Bedienungsanleitung

EPS/MP

EPS Stromversorgung GmbH
Electronic Power Supplies
Alter Postweg 101
D-86159 Augsburg

Telefon +49 (0)821 570451-0
Fax +49 (0)821 570451-25
info@eps-germany.de
www.eps-germany.de

Softwareversion: V21
Juni 2014

Inhaltsverzeichnis

Technische Daten **1**
- Umgebungsbedingungen 1
- Eingangsspezifikationen 1
- Ausgangsspezifikationen 1
- AI-Schnittstelle 2
- RS 232 2
- RS 485 2
- Technische Zeichnung 3

Wichtige Sicherheitshinweise **4**
- Inbetriebnahme 4
- Auspacken 4
- Aufstellen 4
- Sichtinspektion 4
- Netzbetrieb 4

Funktionsbeschreibung **5**

Allgemeine Einstellungen **6**
- Frontbedienung 6
- Konfiguration 6
- Kontrast 7

Spannungseinstellungen **7**
- U_{limit} und I_{limit} 7
- OVP (Over Voltage Protection) 7
- AI-Type 7
- Remember Last Setting 7
- Schnittstellenparameter (Option) 7

Frontbedienung **8**
- Anzeigen und Einstellungen 8
  - Aktuelle Messwerte (Display) 8
  - Übersichtsbildschirm 8
- Betriebsarten 9
  - Übersicht der verschiedenen Displays 9
  - Bedeutung der Betriebsarten 10

Universalinterface (Option) **10**
- Befehle 11
  - Format 11
  - Befehlssatz 11
  - Schnellübersicht der Befehle 12
  - Ausführliche Beschreibung der Befehle 13
  - Antwortstring 22

Ext. Steuerung: Computer **23**
- GPIB 23
  - Statuswort 24
  - ESR-Register - Event-Status-Register 25
- RS232 Schnittstelle 25
  - Neukonfiguration der Schnittstelle 26
- RS485 Schnittstelle 27
  - Neukonfiguration der Schnittstelle 28

Ext. Steuerung: AI-Schnittstelle (Option) 28
Steckverbindung AI-Schnittstelle 28
Analogeingang 29
Sollwert U (U_{Set}) 29
Sollwert I (I_{set}) 29
Sollwert OVP (U_{OVP}) 29
Analogausgang 29
Monitor Sollwert U (U_{mon}) 29
Monitor Sollwert I (I_{mon}) 30
Monitor Istwert P (P_{mon}) 30
Analogausgang OVP (U_{OVPmon}) 30
Monitor Ausgangsspannung (U_{Istmon}) 30
Monitor Ausgangsstrom (I_{Istmon}) 30
Digitaleingang 30
Aktivierung (Ext. Control) 30
Soft-Interlock 31
Sperrung (Standby) 31
Digitalausgang 31
Sperrung (Standby) 31
Const. Voltage-Modus (CV) 31
Fehler (Error) 31
Ext. Steuerung: Ethernet (LAN) 31
Manuelle IP-Zuweisung unter Microsoft Windows® 32
Steuerung des Gerätes über einen Browser 32
Steuerung des Gerätes über Telnet 33
Überwachung des Gerätes über einen Browser 33
Ext. Steuerung: USB 34
Neukonfiguration der Schnittstelle 34
Datenlog-Funktion (Option) 34
Datenformat der gespeicherten Daten 35
Skript-Modus 35
Ausführen/Laden eines Skripts 35
Befehle 36
Syntax 36
Schnellübersicht der Befehle 36
Ausführliche Beschreibung der Befehle 36
Regler 40
Reglerstruktur PVsim-Modus und User-Modus 40
Reglerstruktur UIP-Modus 41
Reglerstruktur UIR-Modus 41
Reglerparameter 42
Sensebetrieb 43
Lastanschluss ohne Fühlerleitung 43
Lastanschluss mit Fühlerleitung 43
Lastaufteilung ohne Fühlerleitung 43
Anhang 44
Ersatzableitstrommessung nach VDE 0701 44
Eigene Notizen 46

TECHNISCHE DATEN

UMGEBUNGSBEDINGUNGEN

Kühlung	Lüfter
Betriebstemperatur	0 - 50 °C
Lagertemperatur	-20 - 70 °C
Luftfeuchtigkeit	< 80 %
Betriebshöhe	< 2.000 m
Vibration	10 - 55 Hz/1 min/2G XYZ
Schock	< 20 G
Gewicht	5 kW 19 kg, 10 kW 26 kg, 15 kW 33 kg

EINGANGSSPEZIFIKATIONEN

EPS/MP Modell	1,2 kW	2,4 kW
Anschluss Type	3 Leiter (1P+N+E)	
AC Anschluss-Buchse	IEC-C14	IEC-C20
Eingangsspannung	230 V_{ac}, 50/60 Hz (207-253 V_{ac} 47-63 Hz)	
Eingangsstrom [1,2]	≈ 6,5 A	≈ 13 A
Einschaltstrom[2]	≈ 25 A	≈ 25 A
Eingangssicherung	10 A	16 A
Eingangssicherungstype	PCB-montierte Feinsicherung Träge	
Empfohlener Sicherungsautomat und Type	16 A type D	16 A type D
Ableitstrom	≈ 1,5 mA	≈ 1,5 mA
THD Eingangsstrom	≈ 3,75 %	≈ 10,75 %
THD Eingangsspannung	≈ 1,87 %	≈ 2,55 %
Leistungsfaktor	≈ 0,99	≈ 0,99
Effektivität Typ. [1]	≈ 88 % (mit PFC)	≈ 89 % (mit PFC)
Verlustleistung [1]	≈ 165 W	≈ 350 W

AUSGANGSSPEZIFIKATIONEN

Statische Spannungsregelung	± 0,05 % + 2 mV
Statische Stromregelung	± 0,1 % + 2 mA
Ausregelzeit	< 1-3 ms (typ.)
Restwelligkeit	< 0,2 % RMS (typ.)
Stabilität	± 0,05 %
Programmiergenauigkeit (U_a)	± 0,05 % +2 mV
Programmiergenauigkeit (I_a)	± 0,05 % +2 mA
Anzeigegenauigkeit (U_a)	< ± 0,5 %
Anzeigegenauigkeit (I_a)	< ± 0,5 %
Isolation	3.000 V
Überspannungsschutz	0 - 120 % V_{max}
Schutzeinrichtungen	OC/OV/OT/OP
Netzregelung	< ± 0,1 % + 2 mV

[1] bei Nennausgangsspannung und Nennausgangsstrom
[2] bei Nenneingangsspannung

AI-SCHNITTSTELLE

Digitale Ausgänge (CV, Standby, Error)	Ausgangstyp: Open-Kollektor mit Pullup-Widerstand 10 k nach + 5 V $I_{sinkmax}$: 50 mA
Digitale Eingänge (Ext. Control, Standby)	Eingangswiderstand: 47 kΩ Maximale Eingangsspannung: 50 V Highpegel: U_e > 2 V Lowpegel: U_e < 0,8 V
Analoge Ausgänge (X_{mon})	Ausgangswiderstand: 100 Ω Minimal zulässiger Lastwiderstand: 2 kΩ Minimaler Lastwiderstand für eine Genauigkeit von 0,1 %: 100 kΩ
Analoge Eingänge (X_{set})	Eingangswiderstand: 1 MΩ Maximal zulässige Eingangsspannung: 25 V
Referenzspannung	Referenzspannung U_{ref}: 10 V ± 10 mV Ausgangswiderstand: < 10 Ω Max. Ausgangsstrom: 10 mA (nicht kurzschlussfest)
5 V - Versorgungsspannung	Ausgangsspannung: 5 V ± 300 mV Max. Ausgangsstrom: 50 mA (nicht kurzschlussfest)

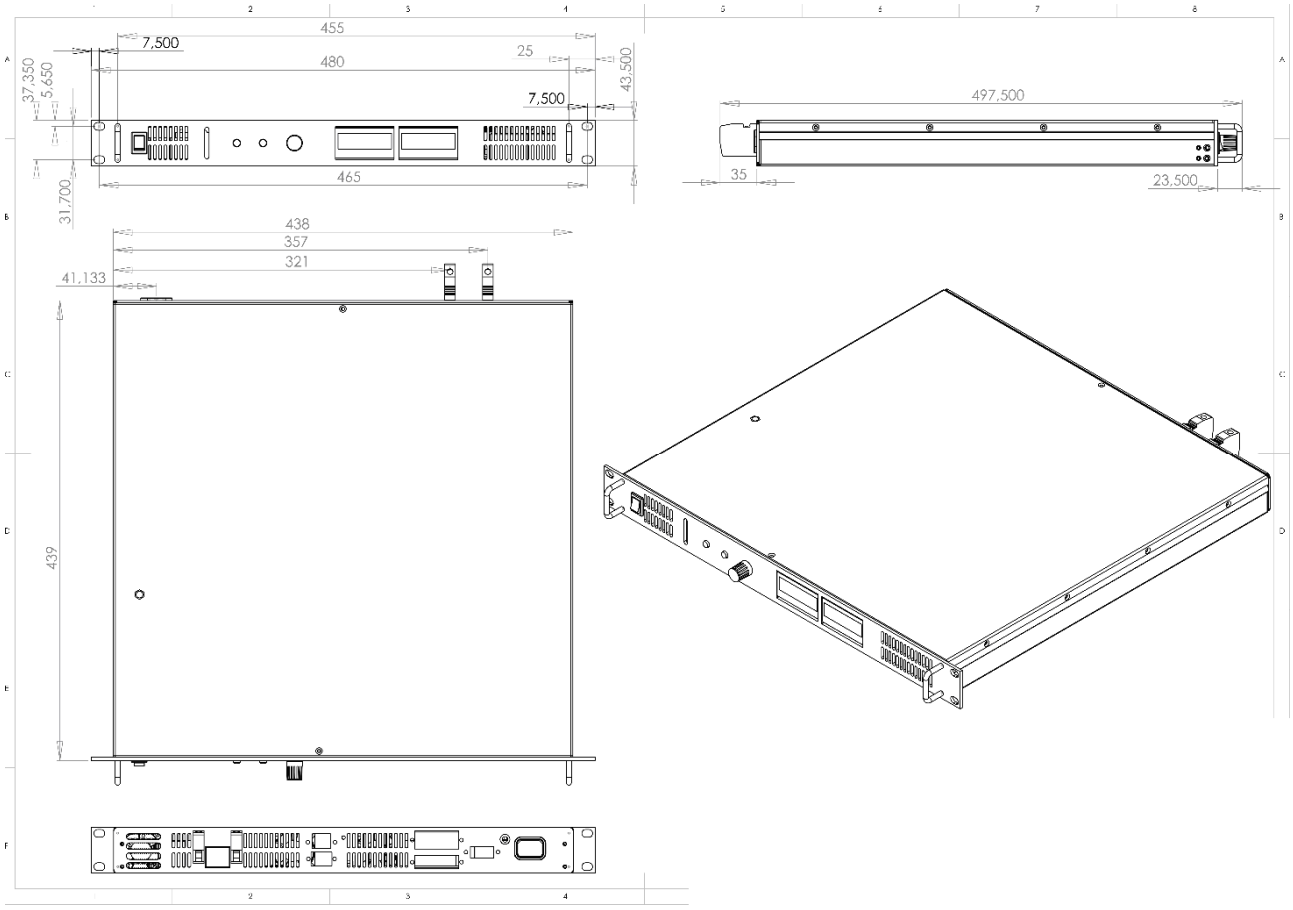
RS 232

Signaleingänge (RxD, CTS)	Max. Eingangsspannung: ± 25 V Eingangswiderstand: 5 kΩ (Typ) Schaltschwellen: U_H < - 3 V, U_L > + 3 V
Signalausgänge (TxD,RTS)	Ausgangsspannung (bei R_{Last} > 3 kΩ): min ± 5 V, Typ ± 9 V, max ± 10 V Ausgangswiderstand: < 300 Ω Kurzschlussstrom: Typ ± 10 mA

RS 485

Max. Eingangsspannung	± 5 V
Eingangswiderstand	> 12 kΩ
Ausgangsstrom	± 60 mA Max
Highpegel	U_d > 0,2 V
Lowpegel	U_d < - 0,2 V

TECHNISCHE ZEICHNUNG



WICHTIGE SICHERHEITSHINWEISE

Lesen Sie diese Betriebsanleitung sorgfältig durch, bevor Sie das Gerät in Betrieb nehmen.
Beachten Sie alle folgenden Sicherheitshinweise und halten Sie die Betriebsanleitung den für künftigen Gebrauch bereit.

Diese Bedienungsanleitung entspricht dem technischen Stand bei Drucklegung. Es ist jedoch möglich, dass das vorliegende Handbuch trotz regelmäßiger Überprüfung und Korrektur noch drucktechnische Mängel oder Fehler aufweist. Die EPS Stromversorgung GmbH übernimmt keine Haftung für Irrtümer, technische Fehler, Übersetzungs- und Druckfehler dieser Bedienungsanleitung.

INBETRIEBNAHME

AUSPACKEN

Der Versandkarton sowie die Verpackung sind auf etwaige Beschädigungen zu untersuchen. Sollte die Verpackung beschädigt sein, ist die Art der Beschädigung zu notieren. Außerdem sollte die Verpackung unbedingt aufgehoben werden, falls Ersatzansprüche geltend gemacht oder das Gerät transportiert werden soll.

AUFSTELLEN

Um Stromschläge und Fehler zu vermeiden, sollte das Gerät nur in Räumen mit konstanter Raumtemperatur und niedriger Luftfeuchtigkeit betrieben werden. Die durchschnittliche Raumtemperatur sollte 50°C nicht überschreiten. Das Gerät darf keinen Flüssigkeiten oder Feuchtigkeit ausgesetzt werden.

SICHTINSPEKTION

Das Gerät ist auf Transportschäden zu untersuchen. Schäden, die vom Transport herrühren, können zum Beispiel gelockerte oder defekte Kontrollknöpfe, sowie verbogene oder defekte Stecker sein. Sollten am Gerät äußerliche Beschädigungen zu erkennen sein, nehmen Sie es keinesfalls in Betrieb sondern setzen Sie uns unverzüglich davon in Kenntnis.

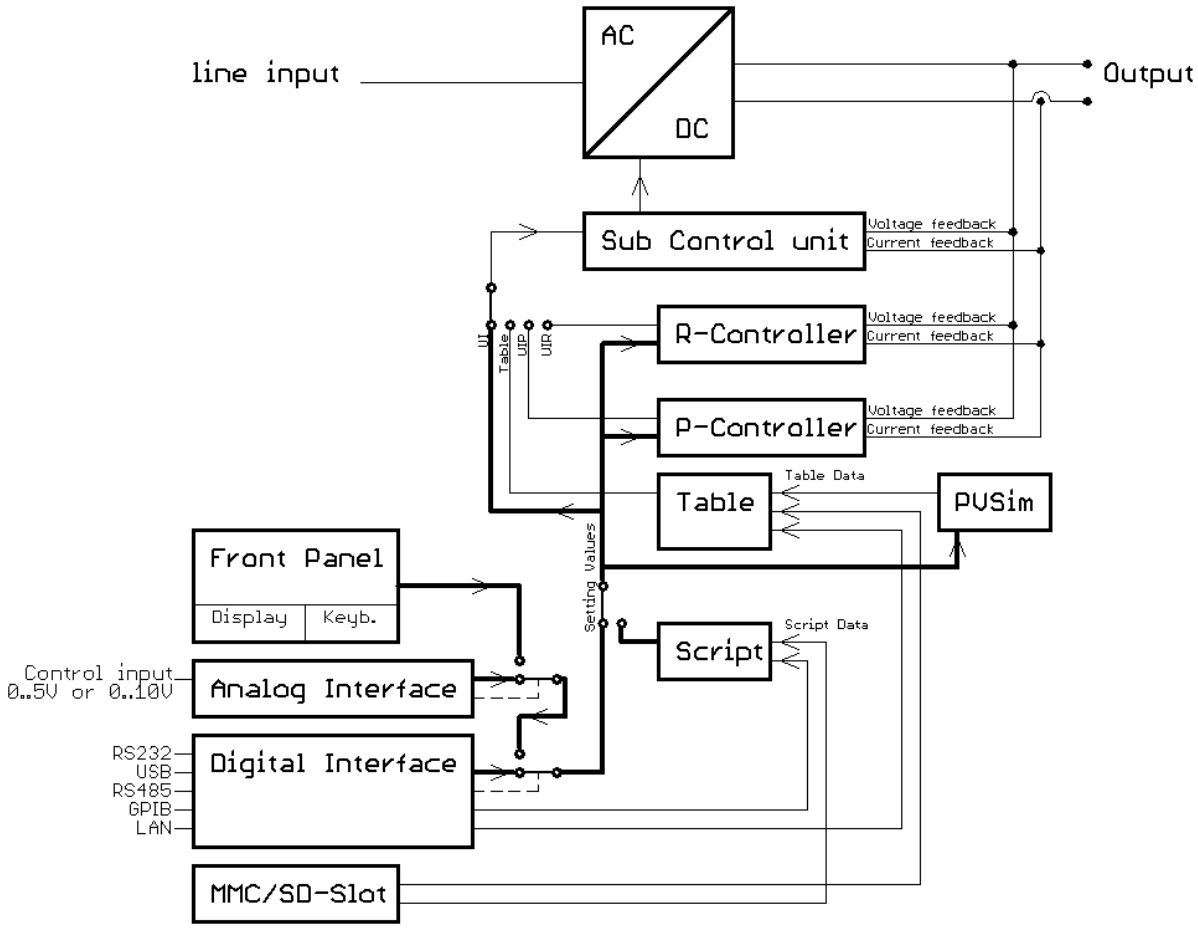
NETZBETRIEB

Überprüfen Sie vor dem ersten Gebrauch die Bestellbezeichnung bzw. Spannungsangabe auf dem Typenschild. Beschädigungen, die auf falsche Netzeinspeisung zurück zu führen sind, fallen nicht unter die Garantiebestimmungen.

Das Gerät darf nur direkt am Netz betrieben werden.
Um Schäden am Gerät zu vermeiden, schließen Sie es nicht an Trenntransformatoren, Spartransformatoren, Magnetstromkonstanter oder ähnliches an.

FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Das folgende Blockschaltbild gibt Aufschluss über die vielfältigen Einstellmöglichkeiten.



Prinzipiell stehen vier verschiedene Beriebsarten zur Verfügung:

UI-Modus	Das Gerät wird mit einer Strom- und Spannungsbegrenzung betrieben.
UIP-Modus	Das Gerät wird mit einer Strom-, Spannungs- und Leistungsbegrenzung betrieben.
UIR-Modus	Das Gerät wird mit einer Strom- und Spannungsbegrenzung betrieben. Zusätzlich wird anhand des aktuellen Ausgangsstroms der Sollwert der Spannung so berechnet, dass ein Innenwiderstand simuliert wird.
Tabellen-Modus	Die Sollwerte für Strom und Spannung sind in einer Tabelle gespeichert. Damit lassen sich beliebige UI-Kennlinien einstellen.

Um die Tabelle zu programmieren gibt es drei Möglichkeiten:

PV-Sim-Modus	Mit den Parametern Uo, Ik, Umpp und Impp wird die UI-Kennlinie eines Solargenerators berechnet und in die Tabelle geschrieben.
Speicherkarte	Über ein Skript auf der Speicherkarte kann die Tabelle programmiert werden. Ein Skript ist eine einfache Textdatei (→ Skriptsteuerung).
Digitales Interface	Die Tabelle kann über ein digitales Interface programmiert werden (→ Universalinterface, WAVE-Befehle bzw. DAT-Befehl).

Die Einstellung der Sollwerte und die Auswahl der Betriebsart erfolgt über Tastatur (→ *Frontbedienung*), Interface (→ *Universalinterface*) oder eine Analog/Digital-IO (→ *Ext. Steuerung: AI-Schnittstelle*).

Hierbei ist dem Interface die höchste, dem Analog/Digital-IO die zweit höchste und der Tastatur die niedrigste Priorität zugewiesen, d.h., wenn beispielsweise das Interface den Sollwert vorgibt, werden die entsprechenden Werte, unabhängig von den anderen Einstellungen, an den Ausgang weitergegeben.

Eine weitere Möglichkeit, um einfache Funktionsabläufe zu automatisieren, ist die Skriptsteuerung (→ *Skriptsteuerung*). Der Skriptspeicher speichert eine Befehlsfolge, mit der Einstellungen im zeitlichen Ablauf verändert werden können. Der Skriptspeicher kann entweder über die Speicherkarte oder über ein digitales Interface programmiert werden.

Die Messwerte der aktuellen Ausgangsdaten stehen an allen Schnittstellen permanent zur Verfügung. So kann z.B. die aktuelle Ausgangspannung an dem Display abgelesen werden oder über ein digitales Interface ausgelesen werden, wenn die Steuerung über die Analog/Digital-IO erfolgt.

ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN

FRONTBEDIENUNG

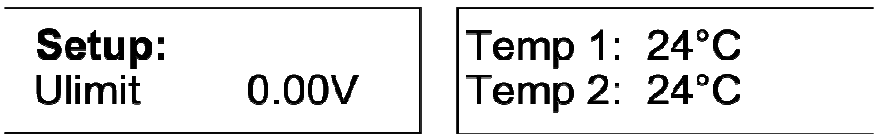
Das obere Bild zeigt eine schematische Darstellung der Frontplatte und des Displays des EPS/MP. Bedient wird das Gerät mit 3 Tasten bedient.

Grundfunktionen der Tasten:

Standby	Freigabe oder Sperrung des Ausgangs, beendet den OVP-Modus
Display	bei kurzem Drücken: Wechsel der angezeigten Daten, bei langem Drücken: Wechsel zwischen Hauptmenü und Setupmenü
Select	Drücken: Änderung des ausgewählten Menüpunkts, Drehen: Änderung des ausgewählten Wertes

KONFIGURATION

Zum Öffnen des Konfigurationsmenüs muss die Taste ***Display*** für mindestens 1 Sekunde gedrückt werden. Im sich öffnenden Menü können dann die Grundeinstellungen des Gerätes verändert werden. Zum Wechseln zwischen den verschiedenen Optionen muss der Drehimpulsgeber ***Select*** gedrückt werden. Zum Ändern einer Einstellung muss der Drehimpulsgeber ***Select*** gedreht werden.



Setup Optionen:

U_{limit}	0 V-V_{max}; Einstellung der maximalen Ausgangsspannung, die an der Frontplatte ausgewählt werden kann
I_{limit}	0 V-V_{max}; Einstellung des maximalen Ausgangsstroms, der an der Frontplatte ausgewählt werden kann
OVP	0 V- 1.2 x V_{max}; Einstellung des Wertes, bei dem der Überspannungsschutz aktiviert wird
AI-Modus	5 V/10 V; Auswahl des Spannungsbereichs für die AI-Steuerung
Remember Last Setting	ON/OFF; Aktivierung oder Deaktivierung des Einstellungsspeichers nach der Abschaltung des Gerätes

Die angezeigte Temperatur entspricht der Temperatur der Wärmesenke. Temperatur 1 zeigt die Temperatur der PFC-Wärmesenke an und Temperatur 2 die der Netzteil-Wärmesenke.

KONTRAST

Nach dem Einschalten ist das EPS Logo zu sehen. Jetzt kann mit dem Drehimpulsgeber der Kontrast des Displays eingestellt und automatisch gespeichert werden.

SPANNUNGSEINSTELLUNGEN

U_{LIMIT} UND I_{LIMIT}

U_{limit} begrenzt die maximale Ausgangsspannung des Gerätes. Die Ausgangsspannung wird auf diesen eingestellten Wert begrenzt, unabhängig davon, welchen Werte an der Front oder an einer der Schnittstellen programmiert werden. Der Einstellbereich geht von 0 V bis zur maximalen Nennspannung des Gerätes.
I_{limit} begrenzt den maximalen Ausgangsstrom des Gerätes. Der Ausgangsstrom wird auf diesen eingestellten Wert begrenzt, unabhängig davon, welche Werte an der Front oder an einer der Schnittstellen programmiert werden. Der Einstellbereich beträgt 0 A bis zum maximalen Nennstrom des Gerätes.

Diese Einstellungen können nur am Display verändert werden und gelten für alle Schnittstellen.

OVP (OVER VOLTAGE PROTECTION)

Überschreitet die Ausgangsspannung den eingestellten Wert, wird der Ausgang sofort abgeschaltet. Dieser Fehler wird im Display durch den Status *‚OVP‘* angezeigt. Um diesen Fehler zurückzusetzen, muss die Taste ***Standby*** betätigt werden.

Der OVP-Wert ist für die Frontbedienung gültig. Die AI-Schnittstelle und das Digitalinterface können eigene Werte vorgeben. Das Digitalinterface wird mit dem an der Front eingegebenen Wert initialisiert.

Der Einstellbereich beträgt 0 V bis zur maximalen Nennspannung des Gerätes + 20%.

AI-TYPE

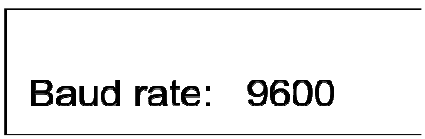
Hier wird eingestellt, welchen Spannungspegel die analogen Ein- und Ausgangssignale haben. Zur Auswahl stehen die Bereiche 0 - 5 V und 0 - 10 V.

REMEMBER LAST SETTING

Wird diese Option auf *‚On‘* gestellt, bleiben die eingestellten Geräteparameter auch nach einem Stromausfall erhalten. Ist die Option ausgeschaltet, wird die Grundeinstellung (0V/0A/UI-Modus) nach dem Einschalten der Versorgungsspannung geladen.

SCHNITTSTELLENPARAMETER (OPTION)

Es werden alle zur Verfügung stehenden digitalen Schnittstellen und deren veränderbare Parameter angezeigt. Die Schnittstellenparameter werden angezeigt, wenn der Drehimpulsgeber ***Display*** eine Sekunde lang gedrückt wird. Erneutes Drücken dieser Taste zeigt das erste Interface und dessen veränderbare Parameter, die durch Drücken des Drehimpulsgebers ausgewählt und durch Drehen verändert werden (Bedeutung der Parameter → *Universalinterface*).



FRONTBEDIENUNG

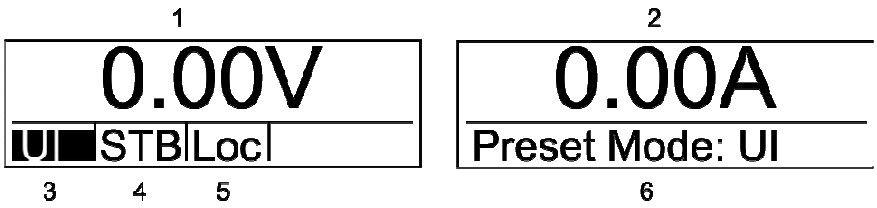
ANZEIGEN UND EINSTELLUNGEN

Aktuelle Messwerte (Display)

Durch Drücken der Taste ***Display*** kann im normalen Modus zwischen fünf verschiedenen Übersichtsbildschirmen gewechselt werden.

Übersichtsbildschirm

Im Übersichtsbildschirm werden die aktuellen Mess- und Setzwerte angezeigt. Das Display ist in zwei verschiedene Bereiche unterteilt. Nach dem Einschalten, werden die gemessenen Werte für Ausgangsspannung und Ausgangsstrom (Position 1 und 2) angezeigt. Auf der rechten Seite des Displays (Position 6) wird der aktuelle Setzwert (Preset V_{set}) angezeigt. Um diesen Wert zu ändern, muss am Drehimpulsgeber ***Display*** gedreht werden. Durch Drücken der Taste ***Select*** wird durch die verschiedenen Einstellungsparameter gewechselt (im UI-Modus wäre dies z. B. die Ausgangsspannung). Zum Öffnen des Menüs für die Auswahl der verschiedenen Betriebsmodi (linkes Display, Position 3), muss die Taste ***Select*** erneut gedrückt werden.



Auswählbare Parameter der jeweiligen Betriebsart:

U	Ausgangsspannung
I	Ausgangsstrom
P	Ausgangsleistung (nur UIP-Modus → *UIP-Modus*)
R_i	Innenwiderstand (nur UIR-Modus → *UIR-Modus*)
U_{mpp}	MPP-Spannung (nur PV_{sim}-Modus → PV_{sim}-Modus)
I_{mpp}	MPP-Strom (nur PV_{sim}-Modus → PV_{sim}-Modus)

Auswählbare Optionen für die Steuerung (linkes Display, Position 5):

Loc	Steuerung über Frontbedienung
Scr	Steuerung über Speicherkarte
AI	Steuerung über Analoginterface
Rem	Steuerung über Interfaces
LLO	Steuerung über Interfaces, Frontbedienung gesperrt
Dis	Gerät über Interlockeingang gesperrt (Option)

Modi für den Betriebszustand (linkes Display, Position 4):

STB	Gerät befindet sich im Standby-Modus
CV	Gerät befindet sich im Modus Spannungsbegrenzung
C	Gerät befindet sich im Modus Strombegrenzung
CP	Gerät befindet sich im Modus Leistungsbegrenzung
OVP	Gerät wird durch Überspannungsschutz abgeschaltet

Modi für die Betriebsart (linkes Display, Position 3):

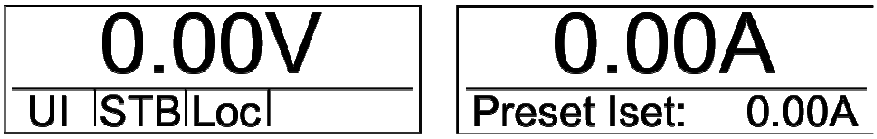
UI	Spannungs- und Strombegrenzung
UIP	Spannungs-, Strom- und Leistungsbegrenzung
UIR	Spannungs- und Strombegrenzung, Innenwiderstand simuliert
PVsim	Simulation einer Photovoltaik-Kennlinie
User	Simulation einer benutzerdefinierten Kennlinie

BETRIEBSARTEN

Übersicht der verschiedenen Displays

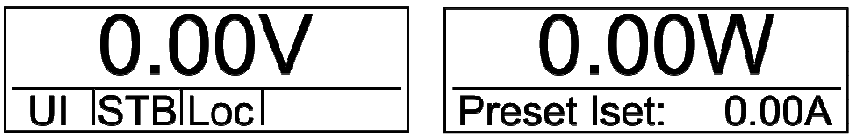
Anzeige 1

Nach dem Einschalten werden die aktuellen Werte für Ausgangsspannung und Ausgangsstrom angezeigt.



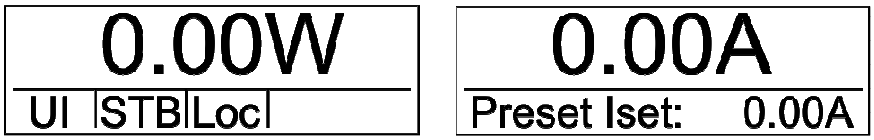
Anzeige 2

Nachdem die Taste ***Select*** einmal gedrückt wurde, werden aktuelle Werte für Ausgangsspannung und Ausgangsleistung angezeigt.



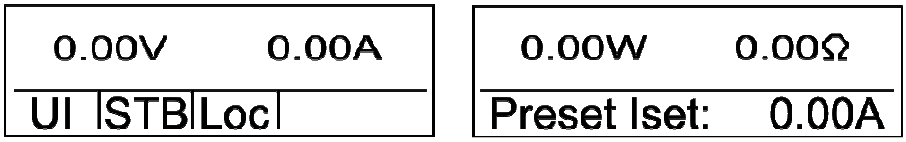
Anzeige 3

Nachdem die Taste ***Select*** zweimal gedrückt wurde, werden aktuelle Werte für Ausgangsleistung und Ausgangsstrom angezeigt.



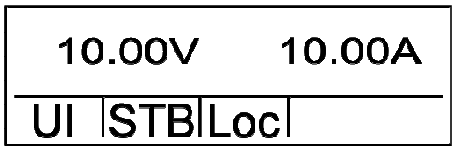
Anzeige 4

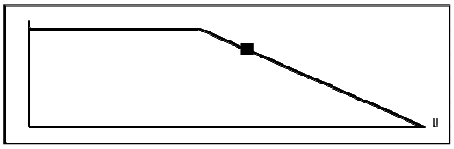
Nachdem die Taste ***Select*** dreimal gedrückt wurde, werden aktuelle Werte für Ausgangsleistung und Ausgangsstrom auf der linken Seite des Displays angezeigt, während aktuelle Werte für Ausgangsleistung (P = U * I) und Lastwiderstand (R = V ÷ C) auf der rechten Seite des Displays angezeigt werden. Die Werte für Leistung und Widerstand werden aus den aktuellen Werten für Ausgangsspannung und Ausgangsstrom berechnet.



Anzeige 5/Diagrammanzeige

Nachdem die Taste ***Select*** viermal gedrückt wurde, werden aktuelle Werte für Ausgangsspannung und Ausgangsstrom auf der linken Seite des Displays angezeigt. Die Ausgangskurve der Stromversorgung wird auf dem rechten Display angezeigt. Die X-Achse zeigt Ausgangsspannung und die Y-Achse zeigt Ausgangsstrom an.





Das obere Bild zeigt die Stromversorgung im UIR-Modus. Der Punkt markiert den aktuellen Betriebszustand des Gerätes. Das Diagramm ist immer auf den maximal erlaubten Ausgangsstrom (Wert kann im Setupmenü eingestellt werden (I_{limit})) und die maximal erlaubte Ausgangsspannung (Wert kann im Setupmenü eingestellt werden (U_{limit})) skaliert.

Bedeutung der Betriebsarten

UI-Modus

Im UI-Modus werden die Setzwerte für Spannung und Strom direkt an die Schaltregler weitergegeben. Eine zusätzliche digitale Regelung findet nicht statt.

UIP-Modus

Im UIP-Modus werden die Setzwerte wie im UI-Modus direkt an die Schaltregler weitergegeben. Übersteigt die Ausgangsleistung einen (einstellbaren) Grenzwert, wird der Spannungssollwert abgeregelt.

UIR-Modus

Im UIR-Modus wird der Spannungssollwert so geregelt, dass eine Spannungsquelle mit (einstellbarem) Innenwiderstand simuliert wird. Der Setzwert für die Strombegrenzung wird direkt an die Schaltregler weitergegeben.

PV_{sim}-Modus

Im PVsim-Modus wird die Kennlinie eines PV-Generators simuliert. Vorgegeben werden die Leerlaufspannung U_o, der Kurzschlussstrom I_k, sowie die Werte für Spannung und Strom, an denen vom PV-Generator die maximale Leistung abgegeben wird (U_{mpp}, I_{mpp}). Diese Parameter können dem Datenblatt des zu simulierenden PV-Generators entnommen werden.

Der Wert für U_{mpp} darf im Bereich von 0,6 bis 0,95 * U liegen.
Der Wert für I_{mpp} darf im Bereich von 0,6 bis 0,95 * I liegen.

Skript-Modus

In dieser Betriebsart erfolgt die Steuerung über die Speicherkarte. Im Feld „*Mode*“ erscheint zunächst die Betriebsart ‚*UI*‘. Im Feld unten rechts steht jetzt ‚*Scr*‘. Daran ist zu erkennen, dass die Skript-Steuerung ausgewählt ist. Ist keine Speicherkarte eingesteckt, kann dieser Punkt nicht ausgewählt werden.

Eine ausführliche Beschreibung der Steuerung über Speicherkarte, sowie den Aufbau eines solchen Steuerskripts finden Sie im Kapitel → *Skriptsteuerung*.

UNIVERSALINTERFACE (OPTION)

Alle Schnittstellen des Digitalinterfaces sind gleichberechtigt. Es findet daher keine Schnittstellenumschaltung statt. So kann z. B. der erste Befehl über die IEEE-Schnittstelle erfolgen während der zweite Befehl über die RS232-Schnittstelle erfolgt. Rückgabewerte werden immer über diejenige Schnittstelle ausgegeben, von der die Anfrage erfolgte.

BEFEHLE

Die Kommunikation basiert auf einem ASCII-Protokoll. Im Folgenden werden das Format der Befehle sowie eine Übersicht der einzelnen Befehle beschrieben.

Format

Ein Befehl besteht aus Kommando, ggf. Parameter und Befehlsabschluss. Als Zeichen für den Befehlsabschluss dient Carriage Return ***<CR>*** oder Line Feed ***<LF>***.

Zeichen	ASCII	Dez-Wert	Hex-Wert
Carriage Return	<CR>	13	0d
Line Fee	<LF>	10	0a

Ist ein <DEL> oder <ESC> Zeichen im Befehl enthalten, wird der Befehl nicht ausgeführt. Damit kann ein Befehl während der Eingabe abgebrochen werden. Ein Befehlsabschluss (***<CR>*** oder ***<LF>***) ist trotzdem erforderlich.

Zeichen	ASCII	Dez-Wert	Hex-Wert
Escape	<ESC>	27	1b
Delete	<DEL>	127	7f

Es wird nicht nach Groß- und Kleinschreibung unterschieden, d. h. die Schreibweisen können auch gemischt verwendet werden. Somit wirken zum Beispiel die Befehle GTL, gtl und gTL gleich. Die optionalen Nachkommastellen werden durch einen Punkt '**.**' getrennt. Ihre Anzahl ist nicht begrenzt. Somit haben zum Beispiel die Befehle UA,10, UA,10.0, UA,10.000000000, UA,0010, UA,010.0000 die gleiche Wirkung.
Die Anzahl der Nachkommastellen, die ausgewertet werden, ist abhängig von den jeweiligen Parametern und dem Gerätetyp. Sie entspricht der Anzahl von Nachkommastellen, die der Befehl ohne Parameter zurückgibt. In der Regel werden so viele Nachkommastellen ausgewertet, wie sie für eine Auflösung von 0,1 % erforderlich sind.

Beispiel: Auswertung der Nachkommastellen

EPS/HP mit 600 V, 25 A
600 V * 0,1 % = 0,6 V → eine Nachkommastelle
25 A * 0,1 % = 0,025 A → drei Nachkommastellen

Optional kann nach einem Zahlenwert zusätzlich ein Buchstabe als Einheit angehängt werden. Dieses Zeichen wird jedoch nicht ausgewertet.

Beispiel: Angehängter Buchstabe als Einheit

UA,10.0 V → Setzt die Ausgangsspannung auf 10 V
UA,10.0 m → Achtung! Das ‚m' wird nicht ausgewertet, hier beträgt die Ausgangsspannung ebenfalls 10 V.

Beispiel: Gültiger Befehl mit entsprechenden Hex-Werten

U	A	,	1	0	.	2	<CR>
55 h	41 h	2 ch	31 h	30 h	2 eh	32 h	0 dh

Beispiel: Einstellung einer Ausgangsspannung 10 V/5 A (vollständige Befehlssequenz)

OVP,100 → OVP auf 100 V einstellen
UA,10 → Ausgangsspannung auf 10 V einstellen
IA,5 → Strombegrenzung 5 A
SB,R → Freigabe des Ausgangs

Befehlssatz

Die IEEE-488.2-Norm verlangt einige Kommandos als Grundausrüstung. Aus Kompatibilitätsgründen sind deshalb einige Kommandos doppelt vorhanden, einmal in der (alten) EPS-Version und einmal in der IEEE-488.2-Version (z. B. ID und *IDN?).

Nachfolgende Syntax wird zur Beschreibung der Befehle verwendet:

[] Eckige Klammer → optionaler Parameter
<> Spitze Klammer → Zahlenwert
{} Geschweifte Klammer → Auswahlliste
| Senkrechter Strich → Trenner in Auswahlliste

Beispiel

GTR[,{0|1|2}] bedeutet, der Befehl GTR kann mit oder ohne Parameter verwendet werden. Wenn ein Parameter angegeben wird, muss der Parameter 1, 2 oder 3 sein. Gültige Befehle sind daher: GTR GTR,1 GTR,2 GTR,3

IA[,<imax>] bedeutet, der Befehl IA kann mit oder ohne Parameter verwendet werden. Falls ein Parameter vorhanden ist, muss dieser ein Zahlenwert sein.

Schnellübersicht der Befehle

Befehl	Beschreibung	Ergebnis
CLS* oder CLS	Clear Status	Löschen des Statusbyte
DAT,<U>,<I>	DIP	Daten für benutzerdefinierte Kennlinie
DCL	Device Clear	Neu Laden der Initialisierungsdaten
GTL	Go To Local	Starten der Frontbedienung
GTR[,{0|1|2}]	Go To Remote	Starten der Steuerung über die digitale Schnittstelle
IA[,<imax>]	Set I_{max}	Einstellung der Strombegrenzung.
ID oder *IDN?	Identification	Anzeige des Identification String.
IMPP[,<impp>]	Set I_{mpp}	Einstellung des MPP-Stroms im PV-Sim-Mode.
LLO	Local Lockout	Deaktivierung des LOCAL-Tasters.
LIMI	Limit I_a	Auslesen der maximal einstellbaren Strombegrenzung.
LIMP	Limit P_a	Auslesen der maximalen Geräteleistung.
LIMR	Limit R	Auslesen des Einstellbereiches für R_i im UIR-Modus.
LIMRMAX	Limit R_{max}	Auslesen des Einstellbereiches für R_i im UIR-Modus (Maximalwert).
LIMRMIN	Limit R_{min}	Auslesen des Einstellbereiches für R_i im UIR-Modus (Minimalwert).
LIMU	Limit U_a	Auslesen der maximal einstellbaren Spannungsbegrenzung.
MODE[,{UI|UIP|UIR|PVSIM|USER|Skript}]	Set Mode	Auswahl der Betriebsart.
MU[,<Nr>]	Measure U_a	Messung der aktuellen Ausgangsspannung.
MI[,<Nr>]	Measure I_a	Messung des aktuellen Ausgangsstroms.
*OPT?	Optional Identification Query	Ausgabe der Hardware/Software-Version.
OVP[,<Uovp>]	Overvoltage Protection	Einstellung des Überspannungsschutzes.
PA[,<P_{limit}>]	Set P_{max}	Einstellung der Leistungsbegrenzung.
PCx[,<baud>,<parity>,<data bits>,<stop bits>,<handshake>,<echo>,<timeout>]	Program Communication	Einstellung der Schnittstellen.
RA[,<R_i>]	Set R_i	Einstellung des Innenwiderstands.
REGLER[,<Nr>,<Kp>,<Ki>,<Kd>]	Reglerparameter	Einstellen der Reglerparameter für UIP, UIR und PVsim-Mode
RI oder *RST	Reset Instrument	Reset der Hardware ausführen. Kein Rückgabewert.
SB[,{S|R|1|0}]	Standby	Sperrung/Freigabe des Ausgangs.
SCR[,<CMD>[,<value>]]	Load Skript	Programmieren des Skriptspeichers
SS oder *PDU	Save Setup	Speicherung der aktuellen Einstellungen von Kanälen und Schnittstellenparametern. Kein Rückgabewert.
STATUS	Status	Abfrage des Gerätestatus. Rückgabewert im Binärformat (siehe nachfolgende Tabelle)
STB oder *STB?	Schnittstellenstatus	
UA[,<ua>]	Set U_a	Einstellen der Ausgangsspannung. Bei Eingabe ohne Parameter, wird der aktuelle Sollwert ausgegeben.
UMPP[,<umpp>]	Set U_{mpp}	Einstellen der MPP-Spannung im PV-Sim-Betrieb. Bei Eingabe ohne Parameter, wird der aktuelle Sollwert ausgegeben.
WAVE	End Userwave Data	Schließt die Übertragung von Daten für eine benutzerdefinierte Ausgangskennlinie ab. Die Interpolation der Zwischenwerte erfolgt stufig.
WAVELIN	End Userwave Data	Schließt die Übertragung von Daten für eine benutzerdefinierte Ausgangskennlinie ab. Die Interpolation der Zwischenwerte erfolgt linear.
WAVERESET,<Um>,<Im>	Start Userwave Data	Startet die Übertragung von Daten für eine benutzerdefinierte Ausgangskennlinie.

Ausführliche Beschreibung der Befehle

CLS oder CLS - Clear Status*

Statusbyte löschen. Dieses Kommando wirkt nur auf das Statusbyte der Schnittstelle, von der aus der Befehl gesendet wurde. Kein Rückgabewert.
Beschreibung des Statusbytes: siehe Abschnitte der einzelnen Schnittstellen

DAT,<U>,<I> - Data

Daten für eine vom Benutzer definierte Kennlinie. Kein Rückgabewert. Die genaue Funktion dieses Befehls wird im Abschnitt → *Wavereset* beschrieben.

DCL - Device Clear

Neu Laden der Initialisierungsdaten. Kein Rückgabewert.
Achtung: Auch Schnittstellenparameter werden zurückgesetzt!

GTL - Go To Local

Schaltet auf Handbetrieb (Frontbedienung) um. Falls die Einstellung ‚Local Lockout' (LLO) zuvor aktiviert war, wird diese ebenfalls zurückgesetzt. Kein Rückgabewert.

GTR[,{0|1|2}] - Go To Remote

Schaltet auf Steuerung über die digitale Schnittstelle um. Der optionale Parameter beeinflusst das zukünftige Verhalten des Gerätes nach dem Einschalten. Die Einstellung wird permanent gespeichert. Kein Rückgabewert.

Optionaler Parameter 0 = Gerät schaltet nicht automatisch auf Remotebetrieb
Um das Gerät in den Fernsteuerbetrieb zu bringen, muss explizit der Befehl GTR gesendet werden. Dieser Modus ist sinnvoll, wenn das Gerät z.B. manuell bedient aber gleichzeitig Messwerte über eine digitale Schnittstelle ausgelesen werden soll.

Optionaler Parameter 1 = Gerät schaltet bei der ersten Adressierung auf Remotebetrieb
Sobald das Gerät einen Befehl über eine digitale Schnittstelle empfängt, schaltet das Gerät in den Remote-Modus um. Die einzige Ausnahme hiervon ist der GTL-Befehl, der das Gerät in den Local-Modus schaltet.
Dieser Modus ist bei der Auslieferung des Gerätes aktiviert.

Optionaler Parameter 2 = Gerät geht sofort nach dem Einschalten in Remotebetrieb
Nach dem Einschalten wird sofort der Remote-Mode aktiviert. Die Bedienung über das Frontpanel ist deaktiviert.

IA[,<imax>] - Set I_{max}

Einstellung der Strombegrenzung. Bei Eingabe ohne Parameter, wird der aktuelle Sollwert angezeigt. Ist der Setzwert größer als der maximale Strom des Gerätes, wird das Range-Error-Bit im ESR-Register der Schnittstelle gesetzt. Der aktuelle Setzwert bleibt in diesem Fall unverändert. Ist der Setzwert größer als der I_{limit} -Wert, der in den Benutzereinstellungen eingestellt wird, aber kleiner als der Maximalstrom des Gerätes, so wird die Strombegrenzung auf den I_{limit}-Wert begrenzt. Es erfolgt keine Fehlermeldung.

Beispiel: 300 A-Gerät, I_{limit} wurde im Konfigurationsmenü auf 200 A eingestellt

GTR	Fernsteuerbetrieb
OVP,200	Over Voltage Protection 200 V
UA,10	Ausgangsspannung 10 V
IA,100	Ausgangsstrom 100 A

SB,R	Ausgang wird freigegeben
IA,400	Ausgangsstrom 400 A, dieser Befehl wird ignoriert, da der Strom größer als der Maximalstrom des Gerätes ist. Im Statusbyte wird „Rangeerror“ gesetzt.
IA,250	Ausgangsstrom 250 A, da im Konfigurationsmenü der Ausgangstrom auf 200 A begrenzt wurde, wird die Strombegrenzung auf 200 A eingestellt. Ein Fehlerbit wird nicht gesetzt.
IA	Abfrage des eingestellten Stroms
IA,200.0A	Antwort vom Gerät I_{limit} = 200 A

Im Master-Slave-Betrieb wird der Strom des programmierten Gerätes eingestellt. In Parallelschaltung beträgt der Gesamtstrom n x IA.

Beispiel:

3 Geräte sind im MS-Betrieb parallel geschaltet. Mit IA,10 wird ein Ausgangstrom von 10A programmiert. Alle angeschlossenen Geräte werden so auf 10A eingestellt. Da drei Geräte parallel geschaltet sind, ergibt sich ein Gesamtstrom von 3 x 10A = 30A

ID oder IDN? - Identification

Anzeige des Identification String. Rückgabewert: <ID-String>.

IMPP[,<impp>] - Set I_{mpp}

Einstellung des MPP-Stroms für den PV-Sim-Modus. Bei Eingabe ohne Parameter, wird der aktuelle Sollwert angezeigt. Ist der Setzwert größer als der maximale Strom des Gerätes, wird das Range-Error-Bit im ESR-Register der Schnittstelle gesetzt. Der aktuelle Setzwert bleibt in diesem Fall unverändert. Ist der Setzwert größer als der I_{limit} -Wert, der in den Benutzereinstellungen eingestellt wird, aber kleiner als der Maximalstrom des Gerätes, so wird die Strombegrenzung auf den I_{limit}-Wert begrenzt. Es erfolgt keine Fehlermeldung.

Beispiel:

GTR	Fernsteuerbetrieb
OVP,200	Over Voltage Protection
UA,50.5	Leerlaufspannung des simulierten PV-Generators 50.5 V
IA,10	Kurzschlussstrom des simulierten PV-Generators 10 A
UMPP,40.4	MPP-Spannung des simulierten PV-Generators 40.4 V
IMPP,8.2	MPP-Strom des simulierten PV-Generators 8.2 A
MODE,PVSIM	PV-Simulationsmodus einschalten
SB,R	Ausgang freigeben

Im Master-Slave-Betrieb wird der Strom des programmierten Gerätes eingestellt. In Parallelschaltung beträgt der Gesamtstrom n x IA.

LIMI - Limit I_a

Auslesen der maximal einstellbaren Strombegrenzung. Mit diesem Befehl kann der im Konfigurationsmenü eingestellte maximale Ausgansstrom abgefragt werden.

Beispiel: 300A-Gerät, I_{limit} wurde im Configmenü auf 200 A eingestellt

LIMI	Abfrage des maximal einstellbaren Strom
LIMI,200.0A	Antwort vom Gerät I_{limit} = 200 A

LIMP - Limit P_a

Auslesen der maximalen Geräteleistung.

Beispiel: 10 kW-Gerät

LIMP	Abfrage der Geräteleistung
LIMP,10000	Antwort vom Gerät: 10 kW

LIMR - Limit R

Auslesen des Einstellbereiches für R_i im UIR-Modus.

Beispiel:

LIMR	Abfrage des Einstellbereich für den Innenwiderstand
LIMR,0.015R,1.00R	Antwort vom Gerät: 15 mOhm bis 1 Ohm

LIMRMAX - Limit R_{max}

Auslesen des Einstellbereiches für R_i im UIR-Modus (Maximalwert).

Beispiel:

LIMRMAX	Abfrage des maximal einstellbaren Innenwiderstandes
LIMRMAX,1.000R	Antwort vom Gerät: 1 Ohm

LIMRMIN - Limit R_{min}

Auslesen des Einstellbereiches für R_i im UIR-Modus (Minimalwert).

Beispiel:

LIMRMIN	Abfrage des minimal einstellbaren Innenwiderstandes
LIMRMIN,0.015R	Antwort vom Gerät: 15 mOhm

LIMU - Limit U_a

Auslesen der maximal einstellbaren Spannungsbegrenzung. Mit diesem Befehl kann die im Konfigurationsmenü eingestellte maximale Ausgangsspannung abgefragt werden.

Beispiel: 300 V-Gerät wurde im Konfigurationsmenü auf 200 V eingestellt.

LIMU	Abfrage des maximal einstellbaren Stromes
LIMU,200.0V	Antwort vom Gerät U_{limit} = 200 V

LLO - Local Lockout

Deaktivierung des LOCAL-Tasters. Gerät kann nicht durch Drücken des Standby-Tasters in den LOCAL-Betrieb geschaltet werden. Kein Rückgabewert.

MI[,<Nr>] - Measure I_a

Messwert des aktuellen Ausgangsstroms.

Beispiel:

GTR	Fernsteuerbetrieb
OVP,200	Over Voltage Protection 200 V
UA,10	Ausgangsspannung 10 V
IA,1	Ausgangsstrom 1 A
SB,R	Ausgang freigeben
MI	Messung des aktuellen Ausgangsstromes
MI,0.567A	Antwort vom Gerät: 567 mA

Im Master-Slave-Betrieb in Parallelschaltung wird der Gesamtstrom der vernetzen Geräte angezeigt. Mit dem Parameter <Nr> können die Werte der einzelnen angeschlossenen Geräte abgefragt werden. Die Nummerierung beginnt mit 0.

Beispiel:

MI,2 gibt den gemessenen Ausgangsstrom des 3. Gerätes am Bus aus.

MODE[,{UI|UIP|UIR|PVSIM|USER|Skript|0|1|2|3|4|5}] - Set Mode

Auswahl der Betriebsart. Bei Eingabe ohne Parameter, wird die aktuell eingestellte Betriebsart ausgegeben. Bei Eingabe mit Parameter wird die jeweilige Betriebsart aktiviert. Alternativ kann die Betriebsart auch als Ziffer angegeben werden.

Folgende Tabelle zeigt die unterschiedlichen Einstellungen:

Befehl	Funktion
MODE,UI MODE,0	UI-Mode einschalten
MODE,UIP MODE,1	UIP-Mode einschalten
MODE,UIR MODE,2	UIR-Mode einschalten
MODE,PVSIM MODE,3	PV-Simulation-Mode einschalten
MODE,USER MODE,4	Benutzerdefinierte UI-Kennlinie einschalten. Die Kennlinie wird mit den Befehlen ***DAT***, ***WAVE***, ***WAVELIN*** und ***WAVERESET*** definiert.
MODE,SKRIPT MODE,5	Skript-Mode einschalten. Das Skript wird über die Speicherkarte eingelesen oder über den SCR-Befehl geladen.

MU[,<Nr>] - Measure U_a

Messwert der aktuellen Ausgangsspannung.

Beispiel:

```
GTR             Fernsteuerbetrieb
OVP,200         Over Voltage Protection 200 V
UA,10           Ausgangsspannung 10 V
IA,1            Ausgangsstrom 1 A
SB,R            Ausgang freigeben
MU              Messung der aktuellen Ausgangsspannung
MU,10.0V        Antwort vom Gerät: 10 V
```

Im Master-Slave-Betrieb in Reihenschaltung wird die Gesamtspannung der vernetzen Geräte angezeigt. Mit dem Parameter <Nr> können die Werte der einzelnen angeschlossenen Geräte abgefragt werden. Die Nummerierung beginnt mit 0.

Beispiel:

MU,1 gibt die gemessene Ausgangsspannung des 2. Gerätes am Bus aus.

**OPT? - Optional IDentification Query*

Optionale Identifikationsabfrage. Ausgabe der Software-Version.

Beispiel:

```
*OPT?           Versionsnummer abfragen
08.06.2012 V42  Antwort vom Gerät: Version 42 vom 08.06.2012
```

OVP[,<U_{ovp}>] - Over Voltage Protection

Einstellung des Überspannungsschutzes. Bei Eingabe ohne Parameter, wird der aktuelle Sollwert angezeigt. Wenn der Setzwert größer ist als maximal 1,2 x Spannung des Gerätes, wird das Range-Error-Bit im ESR-Register der Schnittstelle gesetzt. Der aktuelle Setzwert bleibt in diesem Fall unverändert.

Beispiel:

```
GTR             Fernsteuerbetrieb
OVP,200         Over Voltage Protection 200 V
UA,100          Ausgangsspannung 100 V
IA,10           Ausgangsstrom 10 A
SB,R            Ausgang wird freigegeben
```

PA[,<P_{limit}>] - Set P_{limit}

Einstellung der Leistungsbegrenzung für den UIP-Modus. Bei Eingabe ohne Parameter, wird der aktuelle Sollwert ausgegeben. Ist der Setzwert größer als die maximale Leistung des Gerätes, wird das Range-Error-Bit im ESR-Register der Schnittstelle gesetzt. Der aktuelle Setzwert bleibt in diesem Fall unverändert.

Beispiel:

GTR	Fernsteuerbetrieb
MODE,UIP	UIP-Mode einschalten
OVP,200	Over Voltage Protection 200 V
UA,100	Ausgangsspannung 100 V
IA,10	Ausgangsstrom 10 A
PA,500	Leistungsbegrenzung 500 W
SB,R	Ausgang wird freigegeben

Im Master-Slave-Betrieb wird die Leistung des programmierten Gerätes eingestellt. Die Gesamtleistung beträgt n x PA.

Beispiel:

2 Geräte sind im MS-Betrieb geschaltet. Mit PA,100 wird eine Ausgangsleistung von 100 W programmiert. Beide angeschlossenen Geräte werden so auf 100 W eingestellt. Die Gesamtleistung beträgt 2 x 100 W = 200 W.

PCx[,<baud>,<parity>,<data bits>,<stop bits>,<handshake>,<echo>,<timeout>] - Program Communication

Einstellung der Schnittstellen. Das EPS/HP verfügt über maximal 3 digitale Schnittstellen (x = 1, 2 oder 3). Dementsprechend lauten die Befehle ***PC1***, ***PC2*** oder ***PC3***. Art und Anzahl der Parameter hängen von der Art der Schnittstelle ab. Für GPIB und LAN sind derzeit keine Einstellmöglichkeiten verfügbar. Bei Eingabe ohne Parameter, werden aktuelle Schnittstellenparameter angezeigt.

Parameter	Fähigkeit
<baud>	Baudrate in bps
<parity>	Daten-Parität, hierbei bedeutet: O = Odd = Ungerade Parität E = Even = Gerade Parität N = None = Kein Paritätsbit
<data bits>	Anzahl der Datenbits
<stop bits>	Anzahl der Stopbits
<handshake>	Handshake, hierbei bedeutet: H = Hardware S = Software N = None (keine Handshake)
<echo>	Zeichenecho, hierbei bedeutet: E = Echo = Echo eingeschaltet N = None = Echo ausgeschaltet
<timeout>	Timeout in ms beim Umschalten zwischen Sende- und Empfangsbetreib (nur RS485)

zulässige Parameter der RS232-Schnittstelle:
PCx,<baud>,<parity>,<data bits>,<stop bits>,<handshake>,<echo>

Parameter	Fähigkeit
Baud:	1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 57600, 62500, 115200
Parity:	O, E, N
Data Bits:	7, 8
Stop Bits	1, 2
Handshake:	H, S, N
Echo:	E, N

zulässige Parameter der USB-Schnittstelle:
PCx,<baud>,<parity>,<data bits>,<stop bits>,<handshake>,<echo>

Parameter	Fähigkeit
Baud:	1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 57600, 62500, 115200
Parity:	O, E, N
Data Bits:	7, 8
Stop Bits	1, 2
Handshake:	H, S, N
Echo:	E, N

Anm.: Die USB-Schnittstelle wird PC-seitig als virtueller COM-Port angesteuert, daher entsprechen die Parameter denen der RS232-Schnittstelle.

Zulässige Parameter der RS485-Schnittstelle: PCx,<baud>,<parity>,<data bits>,<stop bits>,<timeout>

Parameter	Fähigkeit
Baud:	1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 57600, 62500, 115200
Parity:	O, E, N
Data Bits:	7, 8
Stop Bits	1, 2
Timeout:	0…100

Sollen die Schnittstellenparameter dauerhaft geändert werden, müssen nach dem entsprechenden ***PCx***-Befehl die Daten mit dem Befehl ***<SS>*** gespeichert werden. Kein Rückgabewert.
Beispiel:

PC1	Abfragen der Parameter der ersten Schnittstelle
PC1,RS232,9600,N,8,2,N,E	Antwort vom Gerät: PC1 ist eine RS232-Schnittstelle, 9600 Baus, 8 Datenbits, 2 Stoppbits, kein Handshake, keine Paritätsprüfung, Echo eingeschaltet.
PC1,115200,N,8,2,N,E	Baudrate auf 115200 Baud einstellen. Die neue Baudrate ist unmittelbar nach senden des Befehls aktiv!
PC2	Abfragen der Parameter der zweiten Schnittstelle
PC2,RS485,9600,N,8,1,1	Antwort vom Gerät: PC2 ist eine RS485-Schnittstelle, 9600 Baus, 8 Datenbits, 1 Stoppbit. Der Timeout beim Umschalten zwischen Empfangs- und Sendemodus beträgt 1ms.
PC2,9600,N,8,1,50	Timeout auf 50ms erhöhen.
PC3	Abfragen der Parameter der dritten Schnittstelle
PC3, EMPTY	Antwort vom Gerät: Die Schnittstelle 3 ist in diesem Gerät nicht vorhanden.
SS	Geräteeinstellungen speichern.

RA[,<R_i>] - Set R_i

Einstellung des Innenwiderstands für den UIR-Modus. Bei Eingabe ohne Parameter wird der aktuelle Sollwert ausgegeben. Liegt der Setzwert außerhalb des Einstellbereiches, wird das Range-Error-Bit im ESR-Register der Schnittstelle gesetzt. Der aktuelle Setzwert bleibt in diesem Fall unverändert. Der Einstellbereich kann mit den Befehlen ***LIMRMAX*** und ***LIMRMIN*** abgefragt werden.

Beispiel:

GTR	Fernsteuerbetrieb
MODE,UIR	UIR-Mode einschalten
OVP,200	Over Voltage Protection 200 V

UA,100	Ausgangsspannung 100 V
IA,10	Ausgangsstrom 10 A
RA,0.1	Innenwiderstand 0,1 Ohm
SB,R	Ausgang wird freigegeben

REGLER[,<Nr>,<Kp>,<Ki>,<Kd>] – Reglerparameter

Einstellung der Reglerparameter für UIP, UIR und PVsim-Mode. Bei Eingabe ohne Parameter, werden die aktuellen Einstellungen als Tabelle ausgegeben. Die Parameter Nr bestimmt den zu setzenden Parametersatz.

0 Regler für den UIP
1 Regler für den UIR
2 Regler für den PVsim

Der Wertebereich der Reglerparameter beträgt 0…30000. Die neuen Einstellungen können mit dem Befehl ***SS*** permanent gespeichert werden. Eine genaue Beschreibung der Reglerparameter folgt im Abschnitt →Regler.

Beispiel:

REGLER	Aktuelle Einstellung auslesen
Typ P I D	Antwort vom Gerät:
P 10 20 5	UIP-Mode Kp = 20 Ki = 10 Kd = 5
Ri 20 20 2	UIR-Mode Kp = 20 Ki = 20 Kd = 5
Pv 10 5 5	Pv-Mode Kp = 10 Ki = 5 Kd = 5
REGLER,0,10,10,5	Neue Reglerparameter für UIP-Mode
REGLER,1,22,18,5	Neue Reglerparameter für UIR-Mode
SS	Neue Einstellungen speichern

RI oder *RST - Reset Instrument

Die Steuerung führt einen Hardwarereset aus. Kein Rückgabewert.

SB[,{S|R|1|0}] - Standby

Sperrung/Freigabe des Ausgangs. Wird dieser Befehl ohne Parameter angegeben, wird der aktuelle Zustand von Standby ausgegeben. Die Befehle SB,S und SB,1 schalten das Gerät auf Standby, der Ausgang ist abgeschaltet. Die Befehle SB,R und SB,0 schalten das Gerät auf Betrieb, der Ausgang ist eingeschaltet.

Beispiel:

GTR	Fernsteuerbetrieb
OVP,200	Over Voltage Protection 200 V
UA,100	Ausgangsspannung 100 V
IA,10	Ausgangsstrom 10 A
SB,R	Ausgang wird freigegeben
SB	Status von Standby abfragen
SB,R	Antwort vom Gerät: Ausgang ist freigegeben

SCR[,<CMD>[,<value>]] - Load Skript

Programmieren des Skriptspeichers. Der Befehl ***SCR*** ohne Parameter initialisiert den Programmiervorgang. Der Befehl ***SCR*** mit Parameter schreibt die Befehle in den Skriptspeicher. Die Reihenfolge der Befehle entspricht dabei der Befehlsfolge des späteren Skripts. Die Skriptbefehle und deren Parameter sind im Abschnitt Skriptsteuerung beschrieben.

Beispiel:

GTR	Fernsteuerbetrieb
OVP,200	Over Voltage Protection 200 V
SCR	Initialisieren der Skriptprogrammierung
SCR,U,12	1. Skriptbefehl: U = 12 V
SCR,I,15	2. Skriptbefehl: I = 15 A
SCR,UI	3. Skriptbefehl: Mode UI

SCR,RUN	4. Skriptbefehl: Ausgang freigeben
SCR,LOOPCNT,10	5. Einsprungadresse loop
SCR,U,12	6. Skriptbefehl: U = 12 V
SCR,DELAY,8	7. Skriptbefehl: 8 ms warten
SCR,U,1	8. Skriptbefehl: U = 1 V
SCR,DELAY,1000	9. Skriptbefehl: 1 s warten
MODE,SKRIPT	Skriptmode einstellen
SB,R	Skript starten

SS oder *PDU - Save Setup

Speicherung der aktuellen Einstellungen (Schnittstellenparameter und Reglerparameter). Kein Rückgabewert.

STATUS - Status

Abfrage des Gerätestatus. Rückgabewert im Binärformat. Bedeutung der einzelnen Bits im Status-Byte:

Bit	Funktion
D15	Anzahl der Geräte im MS-Modus.
D14	Ist kein weiteres Gerät angeschlossen, wird 1 ausgege-
D13	ben, bei zwei Geräten am Bus wird eine 2 ausgegeben
D12	usw. Wenn der MS-Mode im Konfigurationsmenü ausge- schaltet ist, wird eine 0 ausgegeben.
D11	- reserviert -
D10	- reserviert -
D9	- reserviert -
D8	Limit Mode, Gerät in Leistungsbegrenzung
D7	Limit Mode, Gerät in Strombegrenzung
D6	Local Lockout (1 = LLO aktiv, 0 = LLO nicht aktiv)
D5	Local (1 = Gerätesteuerung über Front)
D4	Remote (1 = Gerätesteuerung über Digitalinterface)
D3	- reserviert -
D2	- reserviert -
D1	Standby (1 = Gerät in Standby)
D0	OVP (1 = Abschaltung durch Over Voltage Protection)

Beispiel:

STATUS	Statusabfrage
STATUS,0000000100010000	Antwort vom Gerät: Fernsteuerbetrieb, Leistungsbegrenzung

UA[,<U_{max}>] Set U_{max}

Einstellung der Spannungsbegrenzung. Bei Eingabe ohne Parameter, wird der aktuelle Sollwert angezeigt. Wenn der Setzwert größer als die maximale Spannung des Gerätes ist, wird das Range-Error-Bit im ESR-Register der Schnittstelle

gesetzt. Der aktuelle Setzwert bleibt in diesem Fall unverändert. Wenn der Setzwert größer als der U_{limit} -Wert, der in den Benutzereinstellungen eingestellt wird, aber kleiner als die Maximalspannung des Gerätes ist, so wird die Spannungsbegrenzung auf den U_{limit}-Wert begrenzt. Eine Fehlermeldung erfolgt nicht.

Beispiel:

GTR	Fernsteuerbetrieb
OVP,320	Over Voltage Protection 320 V
UA,100	Ausgangsspannung 100 V
IA,10	Ausgangsstrom 10 A
SB,R	Ausgang wird freigegeben
UA,400	Ausgangsspannung 400 V. Dieser Befehl wird ignoriert, da die Spannung größer als die Maximalspannung des Gerätes ist. Im Statusbyte wird "Rangerror" gesetzt.
UA,250	Ausgangsspannung 250 V. Da im Konfigurationsmenü die Ausgangspannung auf 200 V begrenzt wurde, wird die Spannungsbegrenzung auf 200 V eingestellt. Ein Fehlerbit wird nicht gesetzt.
UA	Abfrage der eingestellten Spannung
UA,200.0V	Antwort vom Gerät: Setzwert U_a = 200 V

Im Master-Slave-Betrieb wird die Spannung des programmierten Gerätes eingestellt. In MS-Reihenschaltung beträgt die Gesamtspannung n x UA.

Beispiel:

3 Geräte sind im MS-Betrieb in Reihe geschaltet. Mit UA,10 wird eine Ausgangspannung von 10V programmiert. Alle angeschlossenen Geräte werden so auf 10V eingestellt. Da drei Geräte in Reihe geschaltet sind, ergibt sich eine Gesamtspannung von 3 x 10 V = 30 V.

UMPP[,<Umpp>] - Set U_{mpp}

Einstellung der MPP-Spannung für den PV-Sim-Mode. Bei Eingabe ohne Parameter, wird der aktuelle Sollwert angezeigt. Wenn der Setzwert größer als die maximale Spannung des Gerätes ist, wird das Range-Error-Bit im ESR-Register der Schnittstelle gesetzt. Der aktuelle Setzwert bleibt in diesem Fall unverändert. Ist der Setzwert größer als der U_{limit} -Wert, der in den Benutzereinstellungen eingestellt wird, aber kleiner als die Maximalspannung des Gerätes, so wird die Spannungsbegrenzung auf den U_{limit}-Wert begrenzt. Eine Fehlermeldung erfolgt nicht.

Beispiel:

GTR	Fernsteuerbetrieb
OVP,200	Over Voltage Protection 200 V
UA,50.5	Leerlaufspannung des simulierten PV-Generators 50.5 V
IA,10	Kurzschlussstrom des simulierten PV-Generator 10 A
UMPP,40.4	MPP-Spannung des simulierten PV-Generators 40.4 V
IMPP,8.2	MPP-Strom des simulierten PV-Generator 8,2 A
MODE,PVSIM	PV-Simulationsmodus einschalten
SB,R	Ausgang freigegeben

Im Master-Slave-Betrieb wird die MPP-Spannung des programmierten Gerätes eingestellt. In Reihenschaltung beträgt die MPP-Gesamtspannung n x UMPP.

WAVE - End Userwave Data

Schließt die Übertragung von Daten für eine benutzerdefinierte Ausgangskennlinie ab. Die Interpolation der Zwischenwerte erfolgt stufig. Die genaue Funktion dieses Befehls wird im Abschnitt → WAVERESET beschrieben.

WAVELIN - End Userwave Data

Schließt die Übertragung von Daten für eine benutzerdefinierte Ausgangskennlinie ab. Die Interpolation der Zwischenwerte erfolgt linear. Die genaue Funktion dieses Befehls wird im Abschnitt → WAVERESET beschrieben.

WAVERESET,<U_{max}><I_{max}> - Start Userwave Data

Startet die Übertragung von Daten für eine benutzerdefinierte Ausgangskennlinie. Die Parameter U_{max} und I_{max} geben die maximale Spannung der fertigen Ausgangskennlinie an. Im Anschluss an diesen Befehl können mit dem Befehl

DAT die Stützpunkte der UI-Kennlinie eingegeben werden. Die Kennlinie wird mit den Befehlen ***WAVE*** oder ***WAVE-LIN*** abgeschlossen.

Beispiel:

GTR	Fernsteuerbetrieb
OVP,200	Over Voltage Protection 200 V
WAVERESET,100,10	Ausgangsskennline mit maximal 100 V und 10 A
DAT,90,1	Stützpunkt 90 V, 1 A
DAT,50,5	Stützpunkt 50 V, 5 A
DAT,10,9	Stützpunkt 10 V, 9 A
WAVELIN	Abschluss der Kennlinie, lineare Interpolation
MODE,USER	Erstellte UI-Kennlinie aktivieren
SB,R	Ausgang freigegeben

Weitere Informationen und Beispiele zu den benutzerdefinierte Kennlinien sind in den Abschnitten → *Wave, Wavelin* und *Kennlinienprogrammierung (Skriptsteuerung)* beschrieben.

Antwortstring

Der Antwortstring setzt sich wie folgt zusammen:

Befehl Komma Wert Einheit <CR> <LF>

Der Wert wird als Fließkommazahl mit einem Punkt '**.**' als Trennzeichen ausgegeben.

Gesendeter Befehl	Antwortstring
IA	IA,12.34A
LIMU	LIMU,500.0V
LIMI	LIMI,30.00A
LIMP	LIMP,15000W
LIMRMIN	LIMRMIN,0.015R
LIMRMAX	LIMRMAX,0.110R
LIMR	LIMR,0.015R,0.110R

Gesendeter Befehl	Antwortstring
MU	MU,10.0V
PA	PA,12W
RA	RA,0.015R
UA	UA,100.0V
UMPP	UMPP,90.2V
IMPP	IMPP,10.01A
OVP	OVP,600.0V

Beispiel: Befehl als ASCII- und HEX-Protokoll

L	I	M	U	,	5	0	0	.	0	V		
4C	49	4D	55	2C	35	30	30	2E	30	56	0D	0A

Die Nachkommastellen entsprechen der Auflösung des Gerätes.

Beispiel

UA bei einem 600 V-Gerät	UA,123.4V
UA bei einem 50 V-Gerät	UA,23.44V

Die Vorkommastellen variieren je nach erforderlichem Messwert.

Beispiel: 600 V-Gerät

UA,10.4V
UA,220.3V
UA,1.1V

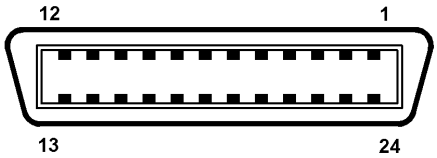
Beispiel: 50 V-Gerät

UA,1.23V
UA,10.47V
UA,0.01V

EXT. STEUERUNG: COMPUTER

GPIB

Der Anschluss erfolgt über eine 24-polige Centronics-Steckverbindung. Die Geräteadresse wird mit den DIP-Schaltern S1-S5 eingestellt. Dabei hat S1 die geringste Wertigkeit und S5 die höchste.



Nr	Bezeichnung	Funktion
1	DIO1	Datenleitung 1
2	DIO2	Datenleitung 2
3	DIO3	Datenleitung 3
4	DIO4	Datenleitung 4
5	EOI	End or Identify
6	DAV	Data Valid
7	NRDF	Not Ready for Data
8	NDAC	Not Data Accepted
9	IFC	Interface Clear
10	SRQ	Service Request
11	ATN	Attention
12	SHIELD	Abschirmung
13	DIO5	Datenleitung 5
14	DIO6	Datenleitung 6
15	DIO7	Datenleitung 7
16	REN	Remote Enable
18 - 23	GND	Ground
24	SGND	Signal Ground

Tabelle: Geräteadresse

S1	S2	S3	S4	S5	Adresse
Off	Off	Off	Off	Off	0
On	Off	Off	Off	Off	1
Off	On	Off	Off	Off	2

S1	S2	S3	S4	S5	Adresse
Off	Off	Off	Off	On	16
On	Off	Off	Off	On	17
Off	On	Off	Off	On	18

On	On	Off	Off	Off	3
Off	Off	On	Off	Off	4
On	Off	On	Off	Off	5
Off	On	On	Off	Off	6
On	On	On	Off	Off	7
Off	Off	Off	On	Off	8
On	Off	Off	On	Off	9
Off	On	Off	On	Off	10
On	On	Off	On	Off	11
Off	Off	On	On	Off	12
On	Off	On	On	Off	13
Off	On	On	On	Off	14
On	On	On	On	Off	15

On	On	Off	Off	On	19
Off	Off	On	Off	On	20
On	Off	On	Off	On	21
Off	On	On	Off	On	22
On	On	On	Off	On	23
Off	Off	Off	On	On	24
On	Off	Off	On	On	25
Off	On	Off	On	On	26
On	On	Off	On	On	27
Off	Off	On	On	On	28
On	Off	On	On	On	29
Off	On	On	On	On	30
On	On	On	On	On	31

Die Geräteadresse wird nur beim Einschalten eingelesen. Eine Änderung der DIP-Schalter während des laufenden Betriebs bewirkt keine Änderung der Geräteadresse!

Tabelle: Geräteausrüstung (entsprechend IEEE-488.1)

SH1	Source Handshake Funktion vorhanden
AH1	Acceptor Handshake Funktion vorhanden
T6	Talker, Serial Poll, Endadressierung durch MLA
L4	Listener Funktion, Endadressierung durch MTA
SR1	Service Request vorhanden
RL1	Remote/Local Funktion vorhanden
PP0	keine Parallel-Poll Funktion
DC1	Device Clear Funktion vorhanden
DT0	keine Trigger Funktion
C0	keine Controller Funktion
E1	Open-Collector Treiber

Statuswort

Zum Auslesen des Statuswortes wird der Befehl ***<STB>*** oder ***<*STB?>*** benötigt. Rückgabewert: STB,xxxxxxxx

Tabelle: Auslesen des Statusworts

Bit	Funktion
D7	nicht verwendet
D6	SRQ wird gesetzt, wenn SRQ angefordert wurde
D5	ESB wird gesetzt, wenn ein Byte im SES-Register gesetzt wurde
D4	MAV wird gesetzt, wenn eine Nachricht verfügbar ist
D3	nicht verwendet
D2	s. Tabelle
D1	s. Tabelle
D0	s. Tabelle

Tabelle: Fehlermeldungen

D3	D2	D1	D0	Fehler
0	0	0	1	Syntax
0	0	1	0	Command
0	0	1	1	Range
0	1	0	0	Unit
0	1	0	1	Hardware
0	1	1	0	Read

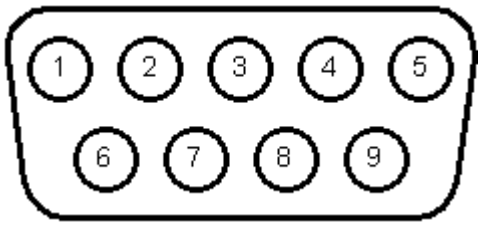
ESR-Register - Event-Status-Register

Das Auslesen des ESR-Registers erfolgt mit dem Befehl ***<*ESR?>***. Rückgabewert: ESR,xxxxxxxx. Nach der Abfrage wird das ESR-Register gelöscht.

Bit	Funktion
D7	Power on
D6	Command Error
D5	User Request
D4	Execution Error
D3	Device dependent Error
D2	Query Error
D1	Request Control
D0	Operation complete

RS232 SCHNITTSTELLE

Der Anschluss der RS232-Schnittstelle erfolgt über eine 9-polige Sub-D-Steckverbindung.



Nr	Bezeichnung	Funktion
1	N.C.	
2	TxD	Datenleitung vom Gerät zum PC
3	RxD	Datenleitung vom PC zum Gerät
4	N.C.	
5	GND	GND
6	N.C.	
7	CTS	Empfangsbereitschaft des PCs, Signalrichtung vom PC zum Gerät (nur erforderlich bei eingeschalteten Hardwarehandshake)
8	RTS	Empfangsbereitschaft des Geräts, Signalrichtung vom Gerät zum PC (nur erforderlich bei eingeschalteten Hardwarehandshake)
9	N.C.	

Die Schnittstelle kann mit den folgenden Parametern betrieben werden:

Baudrate:	1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 57600, 62500, 115200
Parität:	O = Odd = Ungerade Parität E = Even = Gerade Parität N = None = Kein Paritätsbit
Anzahl der Datenbits:	7 oder 8
Anzahl der Stoppbits:	1 oder 2
Handshake:	H = Hardware S = Software N = None (kein Handshake) Für XON ist das Zeichen 0 x 11 definiert. Für XOFF ist das Zeichen 0 x 13 definiert.

Die Schnittstellenparameter im Auslieferungszustand sind 9600 Baud, keine Parität, 8 Datenbits, 1 Stoppbit, Echo eingeschaltet. Das Auslesen des Statusworts erfolgt mit dem Befehl ***<STB>*** oder ***<*STB?>***.

Das Auslesen des Statuswortes erfolgt mit dem Befehl ***<STB>*** oder ***<*STB?>***. Den einzelnen Bits sind dabei folgende Funktionen zugeordnet:

Bit	Funktion
D15	Parity Error
D14	Over Run Error
D13	Framing Error
D12	Timeout Error
D11	Echo On
D10	intern verwendet, 1 oder 0 möglich
D9	Hardware handshake (RTS/CTS)
D8	Software handshake (XON/XOFF)
D7	Parity enable
D6	Parity mode (1 = odd, 0 = even)
D5	Stoppbit (1 = 2 Stoppbits; 0 = 1 Stoppbit)
D4	Datenformat (1 = 8 Bit; 0 = 7 Bit)
D3	intern verwendet, 1 oder 0 möglich
D2	→ Tabelle
D1	→ Tabelle
D0	→ Tabelle

Tabelle: Fehlermeldungen

D2	D1	D0	Fehler
0	0	1	Syntax
0	1	0	Command
0	1	1	Range
1	0	0	Unit
1	0	1	Hardware
1	1	0	Read

Wird Echo eingeschaltet, quittiert die Schnittstelle jedes einlaufende Zeichen, indem sie das gleiche Zeichen an den Sender sendet. Die Schnittstellenparameter werden per Software mit dem Befehl ***<PCx>*** konfiguriert und mit dem Befehl ***<SS>*** abgespeichert.

Neukonfiguration der Schnittstelle

Sollte der Benutzer die aktuellen Einstellungen vergessen, verfügt er über zwei Möglichkeiten, um die Schnittstelle neu zu konfigurieren:

- Senden des Befehls ***<PCx>*** über eine andere Schnittstelle

- Konfiguration der Schnittstelle über das Display → Kapitel *Schnittstellenparameter*

RS485 SCHNITTSTELLE

Die Schnittstelle kann mit den folgenden Parametern betrieben werden:

Baudrate:	1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 57600, 62500, 115200
Parität:	O = Odd = Ungerade Parität
	E = Even = Gerade Parität
	N = None = Kein Paritätsbit
Anzahl der Datenbits:	7 oder 8
Anzahl der Stoppbits:	1 oder 2
Timeout:	0… 100 ms

Der Timeout ist die Umschaltzeit zwischen dem Empfang einer Nachricht und dem Senden. Das angeschlossene Gerät wird selektiert, indem vor dem Befehl die Nummer des Gerätes zusammen mit dem Zeichen „**#**“ angegeben wird. Wird statt der Nummer das Wort ‚ALL' angegeben, wird der nachfolgende Befehl von allen angeschlossenen Geräten ausgeführt (z. B. *#1,ID; #22,GTR, #ALL,GTL*)

Beispiele:

```
#1,ID
#22,GTR
#ALL,GTL
```

Das Auslesen des Statuswortes erfolgt mit dem Befehl ***<STB>*** oder ***<*STB?>***. Den einzelnen Bits sind dabei folgende Funktionen zugeordnet:

Bit	Funktion
D15	Parity Error
D14	Over Run Error
D13	Framing Error
D12	Timeout Error
D11	nicht verwendet
D10	nicht verwendet
D9	nicht verwendet
D8	nicht verwendet
D7	Parity enable
D6	Parity mode (1 = odd, 0 = even)
D5	Stoppbit (1 = 2 Stoppbits; 0 = 1 Stoppbit)
D4	Datenformat (1 = 8 Bit; 0 = 7 Bit)
D3	nicht verwendet
D2	→ Tabelle
D1	→ Tabelle
D0	→ Tabelle

Tabelle: Fehlermeldungen

D2	D1	D0	Fehler
0	0	1	Syntax
0	1	0	Command
0	1	1	Range
1	0	0	Unit
1	0	1	Hardware
1	1	0	Read

Die Schnittstellenparameter werden per Software mit dem Befehl ***<PCx>*** konfiguriert und mit dem Befehl ***<SS>*** gespeichert.

Neukonfiguration der Schnittstelle

Sollte der Benutzer die aktuellen Einstellungen vergessen, verfügt er über zwei Möglichkeiten, um die Schnittstelle neu zu konfigurieren:

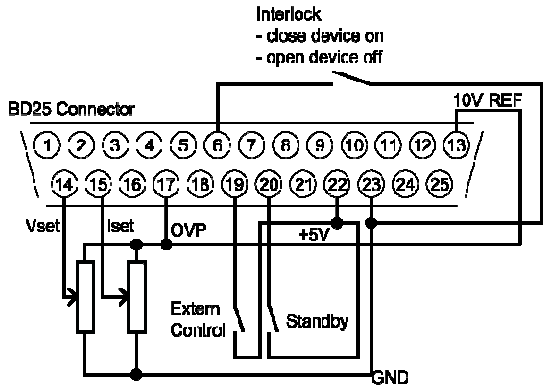
- Senden des Befehls ***<PCx>*** über eine andere Schnittstelle
- Konfiguration der Schnittstelle über das Display → Kapitel *Schnittstellenparameter*

EXT. STEUERUNG: AI-SCHNITTSTELLE (OPTION)

Das Gerät kann mit dem analogen/digitalen In/Out über Steuersignale bedient werden.

STECKVERBINDUNG AI-SCHNITTSTELLE

Nr. (BD25)	Dir	Bezeichnung	Funktion
1	analog out	U_{mon}	Monitor Sollwert U
2	analog out	I_{mon}	Monitor Sollwert I
3	analog out	P_{mon}	Monitor Istwert P
4	analog out	OVP_{mon}	Monitor Istwert OVP
5	digital in	Soft-Interlock	Interlockfunktion (Achtung: Interlock entspricht nicht den Maschinenrichtlinien)
6	-nc-	-	-
7	digital out	CV	signalisiert „Const. Voltage“-Modus
8	analog out	U_{istmon}	Monitor Ausgangsspannung
9	gnd	GND	-
10	digital out	Standby	signalisiert Standby
11	gnd	GND	-
12	-nc-	-	-
13	REF10	10 V-V_{ref}	Ausgang 10 V-Referenzspannung
14	analog in	U_{set}	Sollwert U
15	analog in	I_{set}	Sollwert I
16	analog in	In 2	-
17	analog in	OVP_{set}	Sollwert OVP
18	analog in	In 4	-
19	digital in	Ext. Control	aktiviert auf Analogsteuerung
20	digital in	Standby	aktiviert Standby
21	analog out	I_{istmon}	Monitor Ausgangsstrom
22	pwr	+ 5 V	Ausgang 5 V-Versorgungsspannung
23	gnd	GND	-
24	digital out	Error	signalisiert Abschaltung durch OVP
25	gnd	GND	-
26	-nc-	-	-



Sämtliche digitalen Ausgänge sind OC-Ausgänge mit einem *Pullup*-Widerstand nach + 5 V. Alle analogen Ein- und Ausgänge können im 0 - 5 V oder im 0 - 10 V-Modus betrieben werden.

ANALOGEINGANG

An den Analogeingängen werden die Sollwerte in Form einer Gleichspannung (0 - 5 V oder 0 - 10 V) eingestellt. Welcher Spannungsbereich verwendet wird, kann im Konfigurationsmenü gewählt werden.

Sollwert U (U_{Set})

Sollwert Ausgangsspannung. Der Sollwert bezieht sich auf die Nennspannung des Gerätes.

Beispiel:

EPS/HP mit 600 V Ausgangsspannung, AI ist auf 10 V eingestellt, gewünschte Ausgangsspannung = 100 V.
U_{set} = 10 V * 100 V ÷ 600 V = 1,667 V

Sollwert I (I_{Set})

Sollwert Ausgangsstrom. Der Sollwert bezieht sich auf den Nennstrom des Gerätes.

Beispiel:

EPS/HP mit 100 A Ausgangsstrom, AI ist auf 10 V eingestellt, gewünschter Ausgangsstrom = 2 A.
I_{set} = 10 V * 2 A ÷ 100 A = 0,200 V

Sollwert OVP (U_{OVP})

Überschreitet die Ausgangsspannung den eingestellten Wert, wird der Ausgang sofort abgeschaltet. Dieser Fehler wird durch den Ausgang „Error“ angezeigt. Um diesen Fehler zurückzusetzen, muss der Standby-Modus aktiviert werden. Der Einstellbereich beträgt 0 V bis zur maximalen Nennspannung des Gerätes + 20%.

Beispiel:

EPS/HP mit 600 V Ausgangsspannung, AI ist auf 10 V eingestellt, gewünschte OVP-Spannung = 650 V.
Einstellbereich: 600 V + 20% = 720 V
U_{set} = 10 V * 650 V ÷ 720 V = 9,028 V

ANALOGAUSGANG

Die aktuellen Messwerte werden an den Analogausgängen in Form von Gleich-spannungswerten ausgegeben (unabhängig von der aktuellen Betriebsart). Somit kann die AI-Schnittstelle auch für Überwachungsfunktionen eingesetzt werden. Die maximale Spannung beträgt 5 V bzw. 10 V.

Monitor Sollwert U (U_{mon})

Aktueller Setzwert der Ausgangsspannung. Der Messwert bezieht sich auf die Nennspannung des Gerätes.

Beispiel:

EPS/HP mit 600 V Ausgangsspannung, AI ist auf 10 V eingestellt, Spannung an dem Ausgang U_{mon} = 2 V.
Aktueller Setzwert: U_{set} = 2 V * 600 V ÷ 10 V = 120 V

Monitor Sollwert I (I_{mon})

Aktueller Setzwert des Ausgangsstroms. Der Messwert bezieht sich auf den Nennstrom des Gerätes.

Beispiel:

EPS/HP mit 100 A Ausgangsstrom, AI ist auf 10 V eingestellt, Spannung an dem Ausgang I_{mon} = 2 V.
Aktueller Setzwert: I_{set} = 2 V * 100 V ÷ 10 V = 20 A

Monitor Istwert P (P_{mon})

Aktueller Messwert der Ausgangsleistung. Wird vom Controller aus den Messwerten der Ausgangsspannung und des Ausgangsstroms berechnet. Der Messwert bezieht sich auf die Nennleistung des Gerätes.

Beispiel:

EPS/HP mit 15 kW Nennleistung, AI ist auf 10 V eingestellt, Spannung an dem Ausgang P_{mon} = 5 V.
Aktuelle Ausgangsleistung P_{out} = 5 V * 15 kW ÷ 10 V = 7,5 kW

Analogausgang OVP (U_{OVPmon})

Aktueller Setzwert der Over Voltage Protection. Der Messwert bezieht sich auf die Nennspannung + 20% des Gerätes.

Beispiel:

EPS/HP mit 600 V Ausgangsspannung, AI ist auf 10 V eingestellt, Spannung an dem Ausgang U_{mon} = 2 V. Das Signal bezieht sich auf 600 V + 20% = 720 V.
Aktueller Setzwert: U_{ovp} = 2 V * 720 V ÷ 10 V = 144 V

Monitor Ausgangsspannung (U_{Istmon})

Aktueller Messwert der Ausgangsspannung. Der Messwert bezieht sich auf die Nennspannung des Gerätes.

Beispiel:

EPS/HP mit 600 V Ausgangsspannung, AI ist auf 10 V eingestellt, Spannung an dem Ausgang U_{istmon} = 6 V.
Aktuelle Ausgangsspannung U_{out} = 6 V * 600 V ÷ 10 V = 360 V

Monitor Ausgangsstrom (I_{Istmon})

Aktueller Messwert des Ausgangsstroms. Der Messwert bezieht sich auf den Nennstrom des Gerätes.

Beispiel:

EPS/HP mit 100 A Ausgangsstrom, AI ist auf 10 V eingestellt, Spannung am Ausgang I_{istmon} = 4 V.
Aktueller Ausgangsstrom I_{out} = 4 V * 100 A ÷ 10 V = 40 A

DIGITALEINGANG

Mit den Digitaleingängen kann die Betriebsart für die Analogsteuerung eingestellt werden. Die Eingänge sind *low aktiv*.

Aktivierung (Ext. Control)

Mit dem Eingang ‚Ext. Control' wird die Betriebsart ‚*AI*' ausgewählt. Eine Spannung von + 5 V bis + 10 V aktiviert die AI-Schnittstelle. Die Steuerung über die Front wird dabei deaktiviert. Auf dem Display ist diese Betriebsart mit ‚*AI*' ge-

kennzeichnet. Das Digital Interface hat gegenüber der AI-Schnittstelle Vorrang. Wird das Gerät über das Interface auf ‚*Remote*' geschaltet, sind die Einstellungen der AI-Schnittstelle wirkungslos.

Soft-Interlock

Der Soft-Interlock schaltet das Gerät sofort ab, wenn die Verbindung zwischen Interlockeingang (Pin 5) und der +5 V Spannung geöffnet wird. Ist diese Verbindung offen kann der Ausgang des Gerätes nicht aktiviert werden, weder durch eine Schnittstelle noch durch die Frontbedienung. Der Soft-Interlock unterscheidet sich von einem Interlock darin, dass er nicht den Maschinenrichtlinien entspricht. Wird der Soft-Interlock ausgelöst, schaltet das Gerät in den Interlock-Modus.

Sperrung (Standby)

Der Standby-Modus wird aktiviert, wenn eine Spannung von + 5 V bis + 10 V angelegt wird. Das Ausgangssignal wird freigegeben, wenn der Eingang ‚*Standby*' inaktiv geschaltet ist.

DIGITALAUSGANG

An den Digitalausgängen werden die aktuellen Geräteeinstellungen ausgegeben (unabhängig von der aktuellen Betriebsart). Somit kann die AI-Schnittstelle auch für Überwachungsfunktionen verwendet werden. Die Pegel entsprechen einer negativen Logik: S = Set = log. 0; R = Reset = log. 1

Ein gesetzter Ausgang hat einen Spannungspegel von < 0,6 V. Ein nicht gesetzter Ausgang hat einen Spannungspegel von > 1,2 V.

Sperrung (Standby)

Die Ausgangssperrung wird gesetzt wenn sich das Gerät im Standby-Modus befindet.

CONST. VOLTAGE-MODUS (CV)

Der Constant Voltage-Modus wird gesetzt, wenn sich das Gerät im Konstant-Spannungsbetrieb befindet.

FEHLER (ERROR)

Wird gesetzt, wenn das Gerät durch die OVP-Überwachung abgeschaltet wurde. Um diesen Fehler zurückzusetzen, muss der Standby-Modus aktiviert werden.

EXT. STEUERUNG: ETHERNET (LAN)

Um mit dem EPS/HP über ein Netzwerk zu kommunizieren, muss dem Gerät zunächst eine IP-Adresse zugewiesen werden. Im Auslieferungszustand bezieht sich das Gerät automatisch eine IP vom Netzwerk. Im praktischen Betrieb ist dies jedoch ungünstig, da das Gerät nach erneutem Einschalten eine andere IP-Adresse hat. Es sollte daher jedem Gerät eine individuelle, feste IP-Adresse zugewiesen werden.

Das Auslesen des Statusworts erfolgt mit dem Befehl ***<STB>*** oder ***<*STB?>***. Verwendet werden nur die Bits D0 bis D2. Alle anderen Bits können 1 oder 0 sein.

Tabelle: Fehlermeldungen

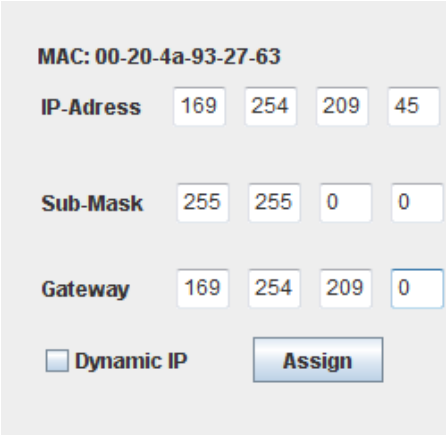
D2	D1	D0	Fehler
0	0	1	Syntax
0	1	0	Command
0	1	1	Range
1	0	0	Unit
1	0	1	Hardware

1	1	0	Read

MANUELLE IP-ZUWEISUNG UNTER MICROSOFT WINDOWS®

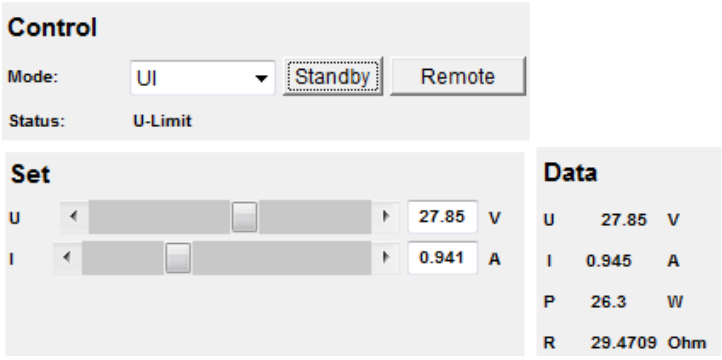
Nach dem Öffnen der Steuerkonsole, öffnet ein Klick auf ‚Start' und ‚Ausführen' ein Eingabefeld. Nach Eingabe des Befehls ***cmd*** oder ***command*** öffnet sich ein DOS-Fenster. Hier muss der folgende Befehl eingegeben werden: arp -s xxx.xxx.xxx.xxx yy-yy-yy-yy-yy-yy. ‚xxx' steht für die gewünschte IP-Adresse, ‚yy' steht für die MAC-Adresse des Gerätes, diese kann auf der Geräterückseite abgelesen werden.

Der IP-Eintrag wurde zur ARP-Tabelle hinzugefügt, das Gerät hat jedoch noch keine neue IP. Hierzu muss Telnet mit der gewünschten IP auf Port 1 ausgeführt werden: telnet xxx.xxx.xxx.xxx 1. ‚xxx' steht für die gewünschte, neue IP-Adresse. Die Verbindung kommt zwar nicht zustande, die neue IP wird dem Gerät dennoch zugewiesen. Allerdings ist die Vergabe der IP dynamisch, so dass diese Einstellung verloren geht, nachdem das Gerät vom Netzwerk getrennt wurde.
Die Benutzeroberfläche kann direkt durch den Aufruf der neuen IP-Adresse geladen werden: http://xxx.xxx.xxx.xxx. Der Menüpunkt ‚Config' ruft die Einstellung der IP-Adresse des Gerätes auf. Hierzu muss im Browser Java aktiviert sein.



STEUERUNG DES GERÄTES ÜBER EINEN BROWSER

Die Benutzeroberfläche kann direkt durch den Aufruf der IP-Adresse geladen werden: http://xxx.xxx.xxx.xxx. Der Menüpunkt ‚Control' ruft die Steuerung des Gerätes auf. Hierzu muss im Browser Java aktiviert sein.



Bei der Steuerung des Gerätes über einen Browser, darf keine andere Steuerung über eine Telnet-Verbindung aktiv sein!

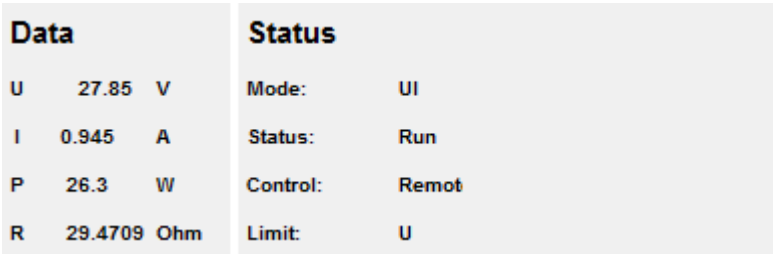
STEUERUNG DES GERÄTES ÜBER TELNET

Das Gerät kann über den Port 10001 direkt gesteuert werden. Nach dem Öffnen der Steuerkonsole, öffnet ein Klick auf ‚Start' und ‚Ausführen' ein Eingabefeld. Nach Eingabe des Befehls ***cmd*** oder ***command*** öffnet sich ein DOS-Fenster mit folgendem Inhalt: telnet xxx.xxx.xxx.xxx 10001.
Viele Terminal-Programme verfügen alternativ zu Telnet über die Möglichkeit eine TCP/IP bzw. Telnet-Verbindung aufzubauen.

Bei Steuerung über den Port 10001, darf die Benutzeroberfläche des Gerätes nicht in einem Browser geöffnet sein.

ÜBERWACHUNG DES GERÄTES ÜBER EINEN BROWSER

Die Benutzeroberfläche kann direkt durch den Aufruf der IP-Adresse geladen werden: http://xxx.xxx.xxx.xxx. Der Menüpunkt ‚*Display*' ruft die Überwachung des Gerätes auf. Hierzu muss im Browser Java aktiviert sein. Angezeigt werden alle aktuellen Messwerte. Ihre Aktualisierung erfolgt alle 2 Sekunden. Bei Verwendung der Überwachungsfunktion sollte die automatische Umschaltung in den Remotebetrieb bei Empfang eines Befehls ausgeschaltet sein (Befehl ***<GTR,0>***).



EXT. STEUERUNG: USB

Die USB-Schnittstelle stellt auf dem PC einen virtuellen COM-Port zur Verfügung. Über diesen Port kann das Gerät wie mit einer normalen RS232-Schnittstelle, beispielsweise mit einem Terminalprogramm, gesteuert werden. Entsprechende Treiber für alle gängigen Betriebssysteme sind als Download unter: http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm verfügbar. Das Auslesen des Statusworts erfolgt mit dem Befehl ***<STB>*** oder ***<*STB?>***.

Bit	Funktion
D15	Parity Error
D14	Over Run Error
D13	Framing Error
D12	Timeout Error
D11	Echo On
D10	intern verwendet, 1 oder 0 möglich
D9	Hardware handshake (RTS/CTS)
D8	Software handshake (XON/XOFF)
D7	Parity enable
D6	Parity mode (1 = odd, 0 = even)
D5	Stoppbit (1 = 2 Stoppbits; 0 = 1 Stoppbit)
D4	Datenformat (1 = 8 Bit; 0 = 7 Bit)
D3	intern verwendet, 1 oder 0 möglich
D2	→ Tabelle
D1	→ Tabelle
D0	→ Tabelle

Tabelle: Fehlermeldungen

D2	D1	D0	Fehler
0	0	1	Syntax
0	1	0	Command
0	1	1	Range
1	0	0	Unit
1	0	1	Hardware
1	1	0	Read

Für XON ist das Zeichen 0 x 11 definiert. Für XOFF ist das Zeichen 0 x 13 definiert.

Die Schnittstellenparameter werden per Software mit dem Befehl ***<PCx>*** konfiguriert und mit dem Befehl ***<SS>*** abgespeichert.

NEUKONFIGURATION DER SCHNITTSTELLE

Sollte der Benutzer die aktuellen Einstellungen vergessen, verfügt er über zwei Möglichkeiten, um die Schnittstelle neu zu konfigurieren:

- Senden des Befehls ***<PCx>*** über eine andere Schnittstelle
- Konfiguration der Schnittstelle über das Display → Kapitel *Schnittstellenparameter*

DATENLOG-FUNKTION (OPTION)

Das Gerät verfügt über eine Datenlog-Funktion. Eine Speicherkarte kann als Datenlogger verwendet werden. Alle Messwerte werden, durch Tabulatoren getrennt, als Textdatei gespeichert. Das Zeitintervall kann im Bereich von 1-4294967 s (= 71 Minuten) eingestellt werden. Um die Datenlog-Funktion einzuschalten, muss eine Speicherkarte eingesteckt sein. Im Hauptverzeichnis der Speicherkarte, muss eine als „EPSLOG.txt“ benannte Textdatei vorhanden sein. Die neuen Daten werden an diese Datei angehängt.

Die Speicherkarte darf nur im Standby-Modus eingesteckt oder entnommen werden!

Ist in der ersten Zeile, an der ersten Stelle der Datei ein Eintrag "interval=xxxx" (xxxx = Zeit in Sekunden) vorhanden, wird das Speicherintervall entsprechend eingestellt. Der Eintrag muss in Kleinbuchstaben und ohne Leerzeichen geschrieben sein. Wird kein Intervall angegeben beträgt das Speicherintervall 60 Sekunden.

Beispiel:

interval=30

Die Datenlog-Funktion arbeitet immer, wenn sich das Gerät nicht im Standby-Modus befindet. Die Funktion wird durch ein kleines Speicherkarten-Symbol oben rechts im Hauptdisplay angezeigt. Wird ein neuer Datensatz auf die Karte geschrieben, erscheint das Symbol für ca. 1 Sekunde ausgefüllt. Ist die Speicherkarte voll, erscheint das Symbol durchgestrichen.

DATENFORMAT DER GESPEICHERTEN DATEN

Der erste Eintrag zeigt den aktuellen Betriebsmodus. Der zweite Eintrag zeigt den aktuellen Betriebsstatus. Dann folgen ‚U_{dc}' und ‚I_{dc}'.

Beispiel:

USER	I-Limit 1,0	10,02
USER	OVP 0,0	0,00
UI	U-Limit 100,01	0,10
UIP	U-Limit 100,0	0,10

SKRIPT-MODUS

Funktionsabläufe können über ein Skript programmiert werden. Ein Skript ist eine Textdatei, in der eine Folge von Befehlen gespeichert ist. Dieses Skript kann über die Speicherkarte eingelesen. Alternativ kann der Skriptspeicher auch über eine digitale Schnittstelle programmiert werden. Hierzu wird der Befehl ***SCR*** verwendet, dessen Funktion im Abschnitt → *Beschreibung der Befehle* erläutert ist. Das Gerät kann bis zu 250 Befehle verarbeiten.

AUSFÜHREN/LADEN EINES SKRIPTS

Das fertige Skript muss auf eine MMC- oder SD-Karte abgespeichert werden. Die Datei muss mit der Endung *.txt oder *.scr gespeichert sein.

Im Übersichtsbildschirm muss der Modus ‚Scr' gewählt werden. Durch Drücken des Drehimpulsgebers öffnet sich das Dateiauswahlmenü. Die Datei kann nun ausgewählt werden. Sollte sie nicht korrekt gelesen werden können, erscheint eine Fehlermeldung. Sollte die eingelesene Einstellung ungültig sein (z. B. IA 40 bei einem 10 A-Gerät) erscheint eine Fehlermeldung. Um ins Dateiauswahlmenü zurückzukehren muss der Drehimpulsgeber oder die Taste ***Display*** erneut gedrückt werden. Das Skript ist jetzt geladen und kann durch Drücken der Taste ***Standby*** gestartet werden.

Im Feld ‚*Preset*' werden die letzten 5 Befehle des Skripts angezeigt. Der aktuelle Befehl steht ganz oben. Erneutes Drücken der Taste ***Standby*** beendet das Skript und schaltet das Gerät in den Standby-Modus.

BEFEHLE

Syntax

Groß- und Kleinschreibung werden nicht beachtet. Somit haben zum Beispiel die folgenden Befehle die gleiche Wirkung: *PMAX 100 Pmax 100 pMaX 100.* Zwischen zwei Befehlen oder zwischen Befehl und Parameter muss ein Trennzeichen stehen. Zulässige Trennzeichen sind: Leerzeichen, Tabulator, LineFeed <LF>, Carriage Return <CR> und das Gleichheitszeichen (=).

Zahlenwerte müssen immer in ihrer Grundeinheit angegeben werden. Als Trennzeichen für Nachkommastellen kann ein Punkt oder ein Komma verwendet werden. Es dürfen jedoch keine Buchstaben folgen: U 12,345 U 10.00 U 12. Der Befehlt UAC 12.114V wäre ungültig, da ein Buchstabe folgt.

Es ist möglich alle Befehle hintereinander, durch Leerzeichen getrennt zu schreiben: U 10 I 1 UIP LOOP RUN
Auf Grund des unübersichtlichen Aufbaus, ist diese Schreibweise jedoch nicht empfehlenswert.

Schnellübersicht der Befehle

Befehl	Beschreibung	Ergebnis
; oder #	Kommentar	Eingabe von kommentiertem Text.
DELAY<t>, DELAYS<t>	Verzögerung	Verzögert die Ausführung des Skripts für die Zeit t.
I<I in Ampère>	Ausgangsstrom	Sollwert Ausgangsstrom einstellen.
IMPP<I in Ampère>	MPP-Strom	MPP-Strom in Ampère für die PV Simulation.
LOOP, LOOPCNT	Rücksprung-Schleife	Rücksprungadresse festlegen.
PMAX	Max. Leistung UIP-Modus	Maximale Leistung für den UIP-Modus.
PV	PVsim-Modus	Einschalten des PVsim-Modus.
RI	Innenwiderstand UIR-Modus	Sollwert des Innenwiderstands in Ohm für den UIR-Modus.
RUN	Ausgang freigeben	Freigabe des Ausgangs.
STANDBY	Ausgang sperren	Sperrung des Ausgangs.
U	Sollwert Ausgangsspannung	Sollwert der Ausgangsspannung in V.
UI	UI-Modus	Einschalten des UI-Modus.
UIP	UIP-Modus	Einschalten des UIP-Modus.
UIR	UIR-Modus	Einschalten des UIR-Modus.
UMPP	Sollwert MPP-Spannung	Sollwert der MPP-Spannung für die PV-Simulation in V.
USER	Sollwerte Strom und Spannung	Generiert Sollwerte für Strom- und Spannung mit der internen Tabelle.
WAIT	Warten	Wartet auf eine Benutzeraktion.
WAVE, WAVELIN	Kennlinienprogrammierung	Programmierung der Kennlinien.

Ausführliche Beschreibung der Befehle

; oder # - Kommentar

Text kommentieren. Alle Zeichen von ; od. # bis Zeilenende werden ignoriert. Diese Funktion ist nicht verfügbar bei der Programmierung über die digitale Schnittstelle.

Beispiel:

```
# Dies ist ein Kommentar
UIP  # Dieser Befehl schaltet den UIP-Mode ein
; Kommentare können auch mit einem Semikolon anfangen
```

DELAY, DELAYS - Verzögerung

Die Befehle DELAY bzw. DELAYS verzögern die Ausführung des Skripts. Die nachfolgende Zahl gibt die Verzögerung in ms (Millisekunden) an. Maximal sind 65535 ms möglich.

Beispiel:

```
UI              # UI-Mode
U 10            # Ausgangsspannung 10 V
I 1             # Ausgangsstrom 1 A
RUN             # Ausgang freigeben
DELAY 200       # 200 ms warten
U 100           # Ausgangsspannung auf 100 V erhöhen
DELAYS 10       # 10 Sekunden warten
STANDBY         # Ausgang abschalten
```

I - Sollwert Ausgangsstrom

Stellt den Sollwert für den Ausgangsstrom in Ampère ein.

Beispiel:

```
I 9.8       # Ausgangsstrom 9,8 A
```

IMPP - Sollwert MPP-Strom

Stellt den Sollwert für den MPP-Strom für die PV-Simulation in Ampère ein.

Beispiel:

```
IMPP 8.123      # MPP-Strom 8,123 A
```

LOOP, LOOPCNT - Rücksprung Schleife

Normalerweise endet das Skript mit dem letzten Befehl. Mit dem Befehl ***<LOOP>*** kann eine Rücksprungadresse festgelegt werden, an der die Verarbeitung nach dem letzten Befehl des Skripts fortgesetzt wird. Um das Programm zu unterbrechen, muss die Taste ***STANDBY*** gedrückt werden.

Der Befehl ***<LOOPCNT>*** arbeitet wie der Befehl Loop. Hier wird aber die Anzahl der Schleifendurchläufe angegeben. Die maximale Anzahl beträgt 65535.

Beispiel:

```
# Dieses Beispiel schaltet den Ausgang für 10s ein, dann für 2s aus
# und beginnt von vorne. Dies wird solange ausgeführt, bis der Benutzer durch
# Drücken der Standby-Taste den Vorgang abbricht.
UI              # UI-Mode
U 100           # Ausgansspannung 100V
I 10            # Ausgangstrom 10A
LOOP            # Einsprungadresse
RUN             # Ausgang freigeben
DELAYS 10       # 10s warten
STANDBY         # Ausgang abschalten
DELAYS 10       # 2s warten

# Dieses Beispiel arbeitet wie das vorangegangene Beispiel.
# Der Zyklus wird jedoch nur 10 mal ausgeführt. Dann wird das Skript beendet.
UI              # UI-Mode
U 100           # Ausgansspannung 100V
I 10            # Ausgangstrom 10A
LOOPCNT 10      # Einsprungadresse
RUN             # Ausgang freigeben
DELAYS 10       # 10s warten
STANDBY         # Ausgang abschalten
DELAYS 10       # 2s warten
```

PMAX - max. Leistung UIP-Mode

Maximale Leistung für den UIP-Modus.

PV - PVsim-Modus

Schaltet den PVsim-Modus ein.

Beispiel:

```
PVSIM       #PV-Simulation einschalten
```

RI - Innenwiderstand UIR-Modus

Stellt den Sollwert des Innenwiderstands für den UIR-Modus ein.

RUN - Ausgang freigeben

Der Befehl ***RUN*** setzt den Standby-Modus zurück und gibt den Ausgang frei.

Beispiel:

```
RUN      # Ausgang freigeben
```

STANDBY - Ausgang sperren

Der Befehl ***STANDBY*** sperrt den Ausgang und versetzt das Gerät in den Standby-Modus.

Beispiel:

```
STANDBY      # Ausgang abschalten
```

U - Sollwert Ausgangsspannung

Sollwert der Ausgangsspannung in V.

Beispiel:

```
U 100      # Ausgangsspannung 100 V
```

UI - UI-Modus

Schaltet den UI-Modus ein. Das Gerät arbeitet strom- und spannungsgeregelt.

Beispiel:

```
UI      # UI-Modus
```

UIP - UIP-Modus

Schaltet den UIP-Modus eins. Das Gerät arbeitet strom-, spannungs- und leistungsgeregelt.

UIR - UIR-Modus

Schaltet den UIR-Modus ein. Das Gerät arbeitet strom- und spannungsgeregelt. Zusätzlich wird ein Innenwiderstand simuliert.

UMPP - Sollwert UMPP-Spannung

Sollwert der MPP-Spannung für die PV-Simulation in V.

Beispiel:

```
UMPP 80.42      # MPP-Spannung 80,42V
```

USER - Sollwerte Strom und Spannung

Die Sollwerte für Strom- und Spannung mit der internen Tabelle generieren. Damit lassen sich beliebige UI-Kennlinien einstellen. Mit dem ***WAVE***-Befehl können diese Tabellen vorher erstellt werden.

WAIT - Warten auf Benutzeraktion

Das Programm wird solange angehalten, bis der Benutzer die ***Standby***-Taste drückt.

Beispiel:

```
; Starterkennlinie:
UI              ; UI-Mode
I 10            ; Strombegrenzung 10A
U 12            ; Ausgangsspannung 12V (->100%)
```

```
RUN              ; Ausgang freigeben
LOOP             ; Einsprungadresse nach Ende des Skripts
WAIT             ; Auf Drücken des Drehimpulsgebers warten
U 10,5           ; 1. Rampe
U 9              ; Ein Befehl wird in einer ms abgearbeitet. Daher
U 7,5            ; wird die Rampe mit 5 Zwischenwerten realisiert.
U 6
U 4,5
DELAY 15         ; 15 ms Pause
U 4,8            ; 2. Rampe
U 5,1            ;   Ein Befehl wird in einer ms abgearbeitet. Daher
U 5,4            ;   wird die Rampe mit 5 Zwischenwerten realisiert.
U 5,7
U 6
DELAY 2000       ; 2000ms Pause
U 6,6            ; 3. Rampe
U 7,2            ;   Ein Befehl wird in einer ms abgearbeitet. Daher
U 7,8            ;   wird die Rampe mit 10 Zwischenwerten realisiert.
U 8,4
U 9
U 9,6
U 10,2
U 10,8
U 11,4
U 12
```

WAVE, WAVELIN - Kennlinienprogrammierung

Der Befehl ***WAVE*** leitet die Kennlinienprogrammierung ein. Dann folgen Zahlenwerte, die die gewünschte Spannung und den gewünschten Strom angeben. Den Abschluss bildet der Befehl mit vorangestelltem '-'-Zeichen (-WAVE).

```
WAVE
<U1> <I1>
<U2> <I2>
<U3> <I3>
...
<Un> <In>
-WAVE
```

Der Befehl ***WAVELIN*** wird genauso verwendet wie der ***WAVE***-Befehl.

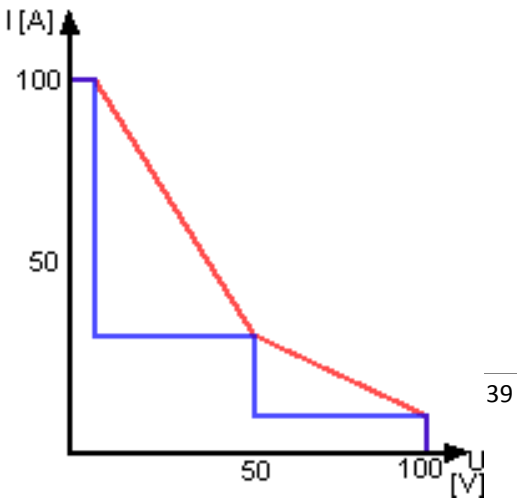
```
WAVELIN
<U1> <I1>
<U2> <I2>
<U3> <I3>
...
<Un> <In>
-WAVELIN
WAVELIN
```

Die Zwischenwerte zwischen den Stützpunkten werden bei ***WAVELIN*** linear interpoliert, bei ***WAVE*** stufig (siehe Beispiel). Nicht stetige Kennlinien oder Kennlinien, die einen negativen Verlauf simulieren werden zwar akzeptiert. Das Regelverhalten des Gerätes ist jedoch u. U. nicht vorhersehbar.

Beispiel:

```
; Kennlinie mit stufigen Zwischenwerten
; Mit diesem Skript wird der blaue Kennlinienverlauf erzeugt
WAVE       ; Start der Tabelle
100  10    ; 100 V 10 A
50    25   ; 50 V 25 A
10  100    ; 10 V 100 A
-WAVE      ; Ende der Tabelle
RUN        ; Ausgang freigeben

; Kennlinie mit linearen Zwischenwerten
; Mit diesem Skript wird der rote
; Kennlinienverlauf erzeugt.
```

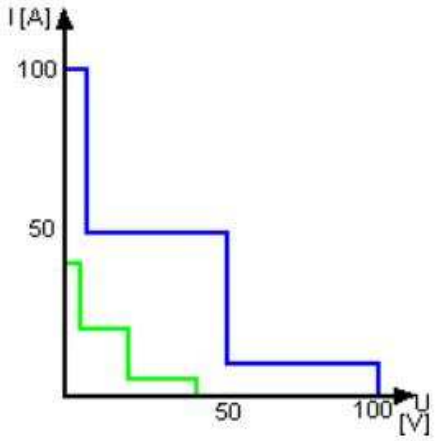


```
WAVE          ; Start der Tabelle
100  10       ; 100 V 10 A
50    25       ; 50 V 25 A
10  100       ; 10 V 100 A
-WAVELIN      ; Ende der Tabelle
RUN           ; Ausgang freigeben
```

Wird nach die Ausgangspannung oder Ausgangstrom des Gerätes nachträglich verändert, behält die Kennlinie ihren Verlauf bei. Die Werte werden jedoch auf den neuen Bereich gestreckt bzw. gestaucht.

Beispiel:

```
# Mit diesem Skript wird zunächst eine blaue Kennlinie erzeugt
# Nach dem 10-Sekunden-Delay wird auf die grüne Kennlinie umgeschaltet:
WAVE            # Start der Tabelle
100 10          # 100 V   10 A
50 50           #   50 V   50 A
10 100          #   10 V 100 A
-WAVE           # Ende der Tabelle
U 100           # Ausgangsspannung 100 V
I 100           # Ausgangsstrom 100 A
USER            # Kennlinie auswählen
RUN             # Ausgang freigeben
DELAY 10000     # 10 Sekunden warten
U 50            # Ausgangsspannung 50 V
I 50            # Ausgangsstrom 50 A
```



REGLER

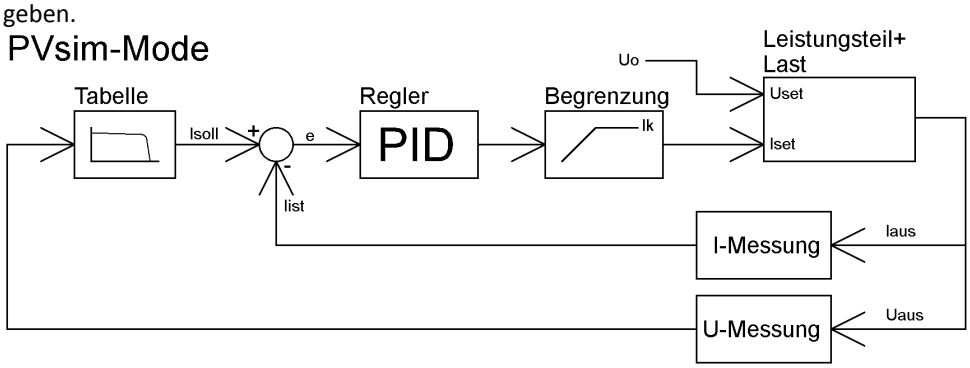
Die Software enthält drei digitale PID-Regler. Jeweils ein Regler ist dem UIR-, UIP- und dem PVsim-Modus zugeordnet. Bei Bedarf können die Reglerparameter über das Universalinterface verändert werden.

Eine unsachgemäße Einstellung des Reglers kann zu Reglerschwingungen führen, die u. U. angeschlossene Geräte zerstören!

REGLERSTRUKTUR PVSIM-MODUS UND USER-MODUS

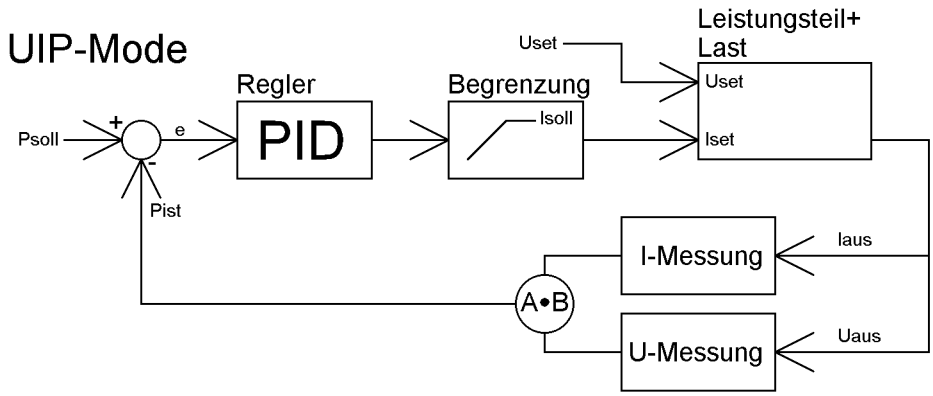
Aus der Ausgangsspannung wird mit einer Tabelle der Sollwert für den Strom ermittelt. Dieser liefert nach der Subtraktion mit dem Istwert das Eingangssignal des PID-Reglers, der den Stromsollwert für das Leistungsteil ausgibt. Der Stromsollwert wird maximal auf den Kurzschlussstrom begrenzt. Der Spannungssollwert des Leistungsteils ist fest auf

die Leerlaufspannung der Tabelle eingestellt. Im PVsim-Modus wird der Strom geregelt, die Spannung wird fest vorgegeben.



REGLERSTRUKTUR UIP-MODUS

Die Ausgangsspannung wird mit dem Ausgangsstrom multipliziert und von dem Leistungssollwert subtrahiert. Dieses Signal ist das Eingangssignal des PID-Reglers, der den Stromsollwert für das Leistungsteil ausgibt. Der Stromsollwert wird maximal auf den Stromsollwert begrenzt. Der Spannungssollwert des Leistungsteils ist fest auf den Spannungssollwert eingestellt. Im UIP-Modus wird der Strom geregelt, die Spannung wird fest vorgegeben.

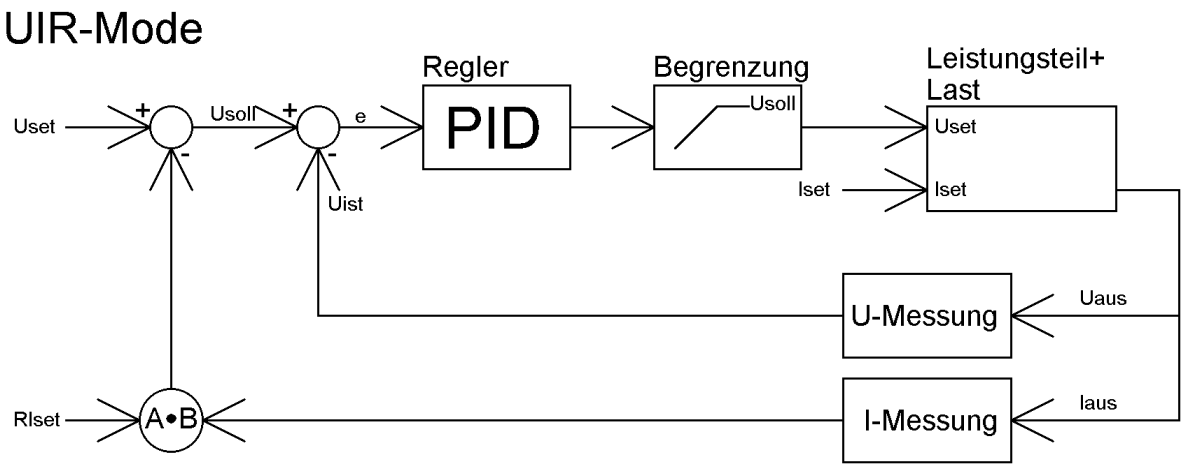


REGLERSTRUKTUR UIR-MODUS

Der gemessene Ausgangsstrom wird mit dem eingestellten Innenwiderstand multipliziert. Das Ergebnis wird von dem eingestellten Sollwert subtrahiert und bildet den Sollwert für den Spannungsregler:

$U_{soll} = U_{set} - I_a * R_i$

Das Ausgangssignal wird auf den Spannungssollwert begrenzt. Der Stromsetzwert des Leistungsteils wird fest auf I_{soll} gelegt. Im UIR-Modus wird die Spannung geregelt, der Strom wird fest vorgegeben.



REGLERPARAMETER

allg. Differentialgleichung des PID-Reglers:

$$y = Kp \cdot \left(e + \frac{1}{Tn} \int e(t)dt + Tv \frac{de}{dt} \right)$$

E	Regelabweichung
Kp	Proportionalbeiwert
Tn	Nachstellzeit
Tv	Vorhaltzeit

Da der digitale Regler ein zeitdiskretes System ist, wird das Integral durch eine Summierung und das Differential durch eine Differenz ersetzt:

Ts Abtastzeit

$$y = Kp\left(e_i + \frac{Ts}{Tn} \sum_{m=-\infty}^{m=i} e_m + \frac{Tv}{Ts}(e_i - e_{i-1}) \right)$$

In der Software ist der Regler mit folgender Gleichung realisiert:

$$y = 0{,}1 \cdot P \cdot e_i + 0{,}001 \cdot I \cdot \sum_{m=-\infty}^{m=i} e_m + 0{,}1 \cdot D \cdot (e_i - e_{i-1})$$

Die Parameter P, I und D berechnen sich wie folgt:

$$P = 10 \cdot Kp \quad I = \frac{1000 \cdot Kp \cdot Ts}{Tn} \quad D = \frac{10 \cdot Kp \cdot Tv}{Ts}$$

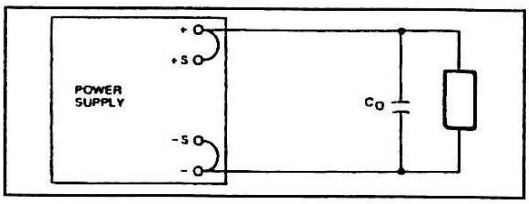
Ts Abtastzeit = 300 us

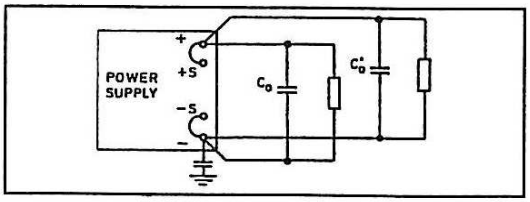
Die Reglerparameter können über eine digitale Schnittstelle mit dem Befehl ***REGLER*** programmiert werden.

SENSEBETRIEB

LASTANSCHLUSS OHNE FÜHLERLEITUNG

Fast alle unsere Stromversorgungen besitzen Fühlerleitungsanschlüsse zur Nachregelung der Ausgangsspannung, um den Spannungsabfall auf den Lastleitungen zu kompensieren. Werden diese nicht benutzt, so müssen sie in jedem Fall unbedingt polrichtig mit den Lastausgängen direkt an den Ausgangsklemmen kurzgeschlossen werden. In keinem Fall darf Strom über die Fühleranschlüsse fließen. Bei mehreren Verbrauchern ist für einen zentralen Lastverteilungspunkt zu sorgen. Zur Reduktion von Lastspitzen und zum HF-Impedanzabschluss, sollte ein Kondensator 1-10 µF an den Ausgang geschaltet werden.

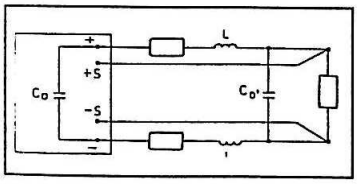


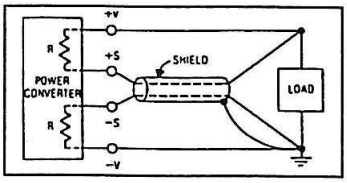


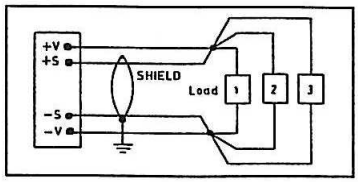
LASTANSCHLUSS MIT FÜHLERLEITUNG

Werden die vorhandenen Fühlerleitungen direkt an die Last bzw. am zentralen Lastverteilungspunkt angeschlossen, müssen folgende Punkte beachtet werden:

- vorhandene Fühlerleitungsbrücken am Netzteil entfernen
- + Sense und - Sense polrichtig direkt am Lastverteilungspunkt anschließen
- + Sense und - Sense Leitungen mit Kondensator 1-47 µF abschließen
- Fühlerleitung abschirmen, falls keine Abschirmung möglich, zumindest + Sense und - Sense verdrillt führen
- Lastleitungsquerschnitt so wählen, dass Spannungsabfall < 0,4 V
- Überlastung der Netzteile vermeiden (Spannungsabfall pro Leitung x Strom)



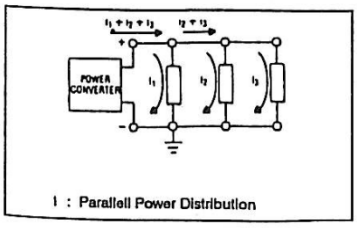


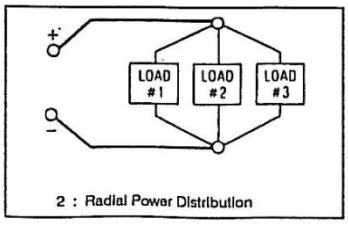


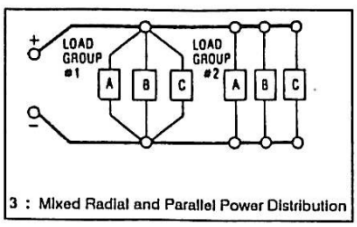
Sollte es, trotz Beachtung der oben genannten Punkte durch Last- bzw. Leitungsinduktivitäten und komplexen Lastsituationen zur Schwingneigung kommen, kontaktieren sie bitte die Firma EPS.

LASTAUFTEILUNG OHNE FÜHLERLEITUNG

Für den richtigen Betrieb ist eine zentrale Lastverteilungssituation wichtig. Abb. 2 zeigt eine korrekte Lastverteilung. Abb. 1 zeigt eine unzureichende Versorgung von Last 2, Last 3 etc. über parallel geführte Lastleitungen. In der Praxis kann es vorkommen, dass eine optimale Aufteilung nicht möglich ist. Abb. 3 zeigt eine Mischaufteilung bei der zumindest die größten Verbraucher zentral versorgt werden.







ANHANG

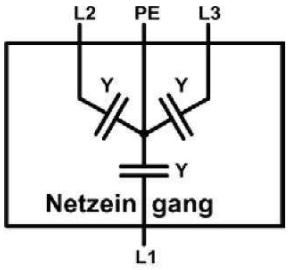
ERSATZABLEITSTROMMESSUNG NACH VDE 0701

Die nach DIN VDE 0701-1 durchgeführte Ersatzableitstrommessung führt unter Umständen zu Ergebnissen, die außerhalb der Norm liegen. Grund: Die Messung wird in erster Linie an sogenannten Netzfiltern am Wechselspannungseingang der Geräte durchgeführt. Diese Filter sind symmetrisch aufgebaut, d. h. es ist unter anderem ein Kondensator von L1/2/3 nach PE geführt. Da bei der Messung L1, L2 und L3 verbunden werden und der nach PE abfließende Strom gemessen wird, liegen somit bis zu drei Kondensatoren parallel, was den gemessenen Ableitstrom verdoppelt oder verdreifacht. Nach geltender Norm ist dies zulässig.

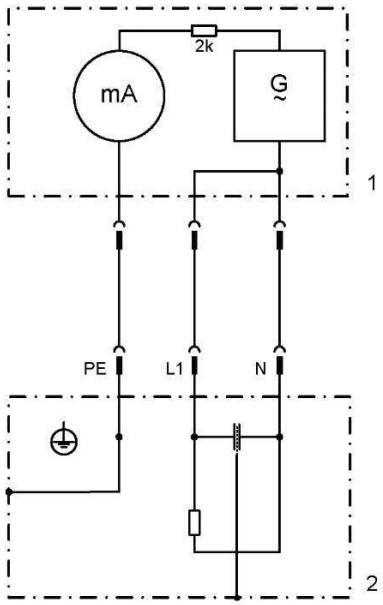
Zitat aus der Norm von 2008, Anhang D:

> „Es ist zu beachten, dass bei Geräten mit Schutzleiter und symmetrischen Beschaltungen, der mit dem Ersatzableitstromverfahren gemessene Schutzleiterstrom infolge der Beschaltung 3- bis 4-mal so hoch sein kann, wie der Ableitstrom der Beschaltung einer Phase."

Grafische Verdeutlichung der symmetrischen Schaltung:



Beispieldarstellung aus der Norm, Schutzleiterstrommessung, Ersatzableitstrom-Messverfahren:



Hinweis: Die Abbildung zeigt das Messverfahren für zweiphasige Netzanschlüsse. Bei einem Drehstromgerät wird Phase N dann durch L2 und/oder L3 ersetzt.

EIGENE NOTIZEN